

BIBLIOTECA DE LA REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

---

FERROCARRILES

TRANVIAS

ELECTRICIDAD



MEMORIAS  
DE LOS CONGRESOS INTERNACIONALES  
CELEBRADOS EN PARIS EL AÑO 1900



FUNDACIÓN  
JUANILO  
TURRIANO



R. 2544



FUNDACION  
JUANELO  
TURRIANO



FUNDACION JUANELO TURRIANO  
BIBLIOTECA



FUNDACIÓN  
JUANELO  
TURRIANO



COPIA DE LA CARTA DEL SEÑOR DON JUAN DE LOS RIOS

AL SEÑOR DON JUAN DE LOS RIOS

DE LA CIUDAD DE MADRID A LA DE SEVILLA

DEL DIA CINCO DE AGOSTO DE AÑO DE MIL SETECIENTOS Y CINCO

SEÑOR DON JUAN DE LOS RIOS

RECIBIENDO EN SEVILLA LA CARTA DEL SEÑOR DON JUAN DE LOS RIOS

DE LA CIUDAD DE MADRID A LA DE SEVILLA

DEL DIA CINCO DE AGOSTO DE AÑO DE MIL SETECIENTOS Y CINCO

DE LA CIUDAD DE MADRID A LA DE SEVILLA

SEVILLA

AGOSTO

1755

RECIBIENDO EN SEVILLA LA CARTA DEL SEÑOR DON JUAN DE LOS RIOS

DE LA CIUDAD DE MADRID A LA DE SEVILLA

10

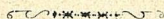


31A

52  
464

CONGRESO INTERNACIONAL  
DE  
FERROCARRILES

CELEBRADO EN PARÍS EN EL AÑO DE 1900



MEMORIA

De los delegados del Gobierno español

D. JOSÉ ECHEGARAY, D. MARIANO CARDERERA

Y

D. ALFREDO MENDIZÁBAL

INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



FUNDACIÓN  
JUANELO  
TURRIANO



MEMORIA

FERRUCARILES

MEMORIA

MEMORIA

MEMORIA

MEMORIA

MEMORIA

MEMORIA



## PLAN DE ESTE TRABAJO

---

Comisionados por el que fué Ministerio de Fomento—y hoy se denomina de Agricultura, Industria, Comercio y Obras públicas—para asistir como delegados de dicho Centro administrativo al Congreso que había de celebrarse en París, en el mes de Septiembre último pasado, y habiendo cumplido nuestra comisión, debemos dar cuenta á la Superioridad de los trabajos que se han hecho y de las conclusiones á que se ha llegado en las varias sesiones que han tenido lugar desde el día 20 al 29 del expresado mes de Septiembre.

Pero ante todo, y para mayor orden y claridad, consignaremos el plan de esta Memoria, que es el siguiente:

1.º Cuestionario definitivo de la sexta sesión del Congreso internacional de Caminos de hierro.

Este cuestionario fué redactado con gran anticipación. Con dos años para casi todas de las cuestiones propuestas.

Abarca la mayor parte de los problemas relativos á la industria de las vías férreas y está dividido en cinco secciones, que son las siguientes:

Primera sección.—Vías y trabajos.

Segunda sección.—Tracción y material.

Tercera sección.—Explotación.

Cuarta sección.—Orden general.

Quinta sección.—Caminos de hierro económicos.

Cada una de estas secciones, comprendé diferentes preguntas, que son otros tantos problemas de la ciencia del ingeniero. De suerte que, el cuestionario que se dió como definitivo, aunque luego sufrió algunas modificaciones, comprendía cuarenta y dos temas ó preguntas.

Para cada una de estas cuestiones se nombró un ponente ó





*rapporteur*, de entre los eminentes ingenieros que pertenecen á la Asociación y que representan diferentes naciones.

Durante este tiempo de dos años, cada ponente ha podido estudiar con todo detenimiento la cuestión de que se había encargado, recogiendo datos, noticias, Memorias y trabajos anteriores y acudiendo, á veces, con extensos interrogatorios á las grandes empresas de vías férreas de Europa y América.

De aquí ha resultado una inmensa información, representada por cerca de setenta informes, muchos de ellos con la extensión de un libro, y que constituyen una verdadera biblioteca de consulta en el orden de la ciencia práctica para los numerosos problemas que el Congreso propuso.

2.º Esta parte, que será la más extensa de nuestra Memoria, comprenderá el extracto de la mayor parte de los informes ó *rapports* á que acabamos de referirnos, que fueron sometidos al Congreso, y que constituyeron la base de sus discusiones. Extractar por completo dicho conjunto de trabajos, es materialmente imposible por falta de tiempo, puesto que el que tenemos para presentar esta Memoria es relativamente escaso.

Por otra parte, aunque la mayoría de los informes son notabilísimos y todos muy dignos de estudio, muchas ideas, hechos y doctrinas de los que en dichos informes se consignan, son ya bien conocidos de los Ingenieros españoles.

Además, como hubo dificultades para nuestra admisión en el Congreso, por ciertos trámites diplomáticos que sufrieron retraso y de que ya tiene conocimiento esa Superioridad, no pudimos conseguir la totalidad de los informes, aunque sí el mayor número y los más importantes.

Bien á pesar nuestro, tendremos por lo tanto que omitir algunos que, aunque están reclamados, ignoramos si llegarán á tiempo de ser incluidos en este trabajo.

De los informes que estudiemos, daremos, como queda dicho, un extracto, tan minucioso como sea posible y procurando sintetizar los hechos y llamar la atención sobre los puntos que consideremos de mayor importancia.

Siempre que en cada uno de los informes se propongan conclusiones definitivas, las consignaremos ó bien daremos cuenta de las aprobadas, aunque hay muchos en que estas conclusiones no existen, ni era posible que existiesen de una manera clara





y concreta por la naturaleza del asunto, por estar todavía muy divididas las opiniones de los Ingenieros, ó por considerar que la materia debe seguir estudiándose en Congresos sucesivos.

3.º Daremos á conocer en esta tercera parte, aunque en forma muy sucinta, la marcha de los debates que han tenido lugar en las diferentes Secciones, así como en el Congreso en pleno; debates en los que, á pesar de la inteligente dirección de los presidentes, no era posible que la discusión fuera muy amplia ni muy completa, toda vez que en ocho días habían de discutirse cerca de setenta informes, que representaban millares de páginas. De todas maneras, consignaremos, como queda dicho, las conclusiones del Congreso para todos aquellos puntos en que se ha llegado á un acuerdo concreto y definitivo.

4.º En la última parte de nuestra Memoria, procuraremos dar un resumen general de los trabajos del Congreso, haciendo resaltar su importancia, marcando su carácter y sus tendencias, y fijando nuestra atención en los problemas de mayor interés. Con lo cual habremos terminado de la manera más completa que nos ha sido posible, la difícil tarea que nuestro deber nos impone.

Advertimos, por último, que para evitar repeticiones, hemos reunido para cada cuestión, en particular, las tres primeras partes antes indicadas de nuestra Memoria, á saber: *cuestionario*, *informes* y *discusión*.









# CUESTIONARIO, INFORMES Y DISCUSIÓN

## TEMA 1.º

### Naturaleza del metal para carriles.

Acero duro ó acero dulce. Relación entre la dureza de los carriles y la de las llantas. Medios de obtener la homogeneidad del metal en los carriles de gran calibre. Longitud de las barras.

Observaciones hechas desde la sesión de Milán (1887) sobre el desgaste de los carriles de acero, especialmente de los carriles de gran calibre. Desgaste de los carriles en los túneles largos y en las líneas que bordean el mar.

Condiciones técnicas de fabricación; medios de evitar las burbujas ó de reconocer su existencia cuando se reciben los carriles.

*Ponentes.*—Bricka, por todos los países del continente.

Poulet, por Inglaterra y sus colonias.

Dudley, por los Estados Unidos.

### INFORME DE BRICKA

Admite como incontestablemente establecida la superioridad del acero duro sobre el dulce para la fabricación de carriles; y para concretar las propiedades mecánicas que se exigen, indica que se establecen las pruebas de resistencia á la tracción que en general ha de ser superior á 65 kilogramos por mm<sup>2</sup>.

Con la dureza de los carriles, debe sin duda alguna relacionarse la de las llantas, influyendo además en esta cuestión la velocidad: así, la resistencia á la tracción suele oscilar para las llantas entre 50 y 85 kilogramos, aquélla para el material de pequeña velocidad y ésta para el de grande. Aun reconociendo la importancia de la cuestión y examinando al efecto con el mayor interés los datos suministrados por las Compañías de ferrocarriles, no halla medio de establecer relación entre las propiedades mecánicas de los metales que se emplean en los dos usos indicados.

Puede reputarse como general el empleo del acero Bessemer ácido para la fabricación de carriles.





Según se ha ido aumentando el peso y la altura de los carriles, se ha visto la conveniencia de emplear metales más carburados, á fin de aumentar la dureza en la superficie de rodadura y asegurar la mayor homogeneidad en toda la sección. Esta tendencia á forzar la dosis de carbono, pudiera combatirse estudiando la formación de los lingotes y el laminado, para evitar la falta de homogeneidad. Sobre estas operaciones industriales influye la longitud de los carriles (que ha de relacionarse forzosamente con la magnitud de los lingotes y disposición del tren de laminar), longitud que suele oscilar entre 8 y 12 metros, que algunas compañías han elevado en los túneles á 18 (pensando que el escaso juego de las dilataciones y contracciones por cambios de temperatura, permite en los túneles el empleo de barras largas), y que algunas ensayan también usarlos de esta última longitud al aire libre.

De los datos que ha podido reunir respecto á desgaste, se deduce que en los tramos horizontales alcanza un espesor de 1 á 2 mm. por paso de 100.000 trenes, y que en las pendientes, que son recorridas por todos ellos con los frenos apretados, ese desgaste se quintuplica. En los túneles, el desgaste se produce, más que por el tránsito de los trenes, por acciones químicas debidas á la humedad, á los humos, cenizas y carbones que arrojan las máquinas; estas corrosiones afectan con bastante igualdad á toda la superficie del carril, y su importancia es muy varia, según las condiciones de cada túnel, sin que de los datos estadísticos pueda deducirse ninguna consecuencia de carácter general.

La proximidad del mar influye también, determinando corrosiones que pueden alcanzar un desarrollo muy rápido en los climas tropicales y en los trozos *muy* próximos al mar; en Europa ofrecen en general poca importancia.

La práctica enseña que hay precisión de renovar los carriles en todas las porciones de las vías sometidas á tránsito activo, mucho antes de que por efecto del desgaste en la superficie de rodadura quede con masa insuficiente la cabeza superior del carril. Esto debe tenerse muy en cuenta al estudiar las secciones de las barras, para no exagerar la masa en esa cabeza, de suerte, que puedan resultar inconvenientes, sobre todo para la fabricación.





Estudiando la composición de estos aceros, indica como corriente la de 0,003 á 0,004 de carbono, 0,001 de fósforo y 0,0006 de manganeso.

Estudia, muy brevemente, las precauciones corrientes para evitar la formación de burbujas, y termina preconizando los reconocimientos por medio del microscopio, como muy propios para dar idea de las condiciones de los aceros.

Para redactar este ponente su informe, ha tenido á la vista los datos que le han suministrado las Compañías cuyas líneas radican en lo que pudiéramos llamar su *demarcación*, contestando á un cuestionario, en que se detallan cuantos extremos se juzgan necesarios para estudiar el tema de un modo completo.





## INFORME DE POULET

Como resumen de las contestaciones dadas á este ponente por las Compañías, hace constar: que tanto en Inglaterra como en sus colonias se usan carriles de unos 9 metros de largo y cuyos pesos por metro á veces rebasan de 45 kilogramos; que se exigen para el metal resistencias á la tracción que oscilan al rededor de 71 kilogramos por mm.<sup>2</sup>, aunque por excepción se reduce en algunas líneas europeas á 55 kilogramos; que los alargamientos de rotura se suelen fijar en 0,15 á 0,20, y á veces se reducen á 0,11; que se nota la tendencia á emplear aceros duros. Al metal de las llantas se exige condiciones parecidas en muchos casos.

Indica que los lingotes para fabricar carriles se obtienen por el procedimiento Bessemer ácido, y en cuanto á composición química, puede señalar los límites siguientes:

Dosis de carbono.....	0,0035 á 0,0050
silicio.....	0,0006 á 0,0015
azufre.....	0,0006 á 0,0008
fósforo.....	0,0006 á 0,0008
manganeso.....	0,0008 á 0,0010

Hay mucha variedad en los pliegos de condiciones y en todo cuanto respecta á la inspección de la fabricación á fin de obtener carriles bien formados y homogéneos. En cuanto al reconocimiento del material ya fabricado, aparte de otros ensayos mecánicos, se exigen en general las pruebas al choque; pero en la forma de realizarlos existe poca uniformidad. Muchas Compañías prescriben los ensayos químicos y ninguna los reconocimientos microscópicos.





## INFORME DE DUDLEY

Detallando más que los otros ponentes el interrogatorio dirigido á las Compañías de su *demarcación*, coleccionando una masa enorme de datos y con la mayor prolijidad en todos sus aspectos, estudia Dudley este primer tema, considerando que, entre todos, es el de mayor importancia y el que se enlaza con mayor número de cuestiones, como son: perfeccionamiento de la fabricación, sobre todo para los carriles pesados; determinación de las tensiones en la base de los carriles; influencia del *tránsito*, según su velocidad, los pesos, distribución de éstos sobre los ejes, distancia entre los ejes, composición de los trenes, número de éstos, etc.; sistema de construcción de la vía y su conservación; *seguridad* para la circulación, y otra multitud de cuestiones, lo mismo de carácter técnico que económico.

Estudia las condiciones *mecánicas* en que se encuentran los carriles. Por investigaciones de carácter puramente especulativo, es difícil llegar á conocimiento exacto de la cuestión. Por eso lo ha estudiado experimentalmente por medio del aparato que llama estrematógrafo (*stremmatographe*), por medio del cual mide directamente las tensiones en el pie de los carriles. Deduce, que en los carriles *ligeros* las tensiones en la base son en ciertos momentos muy superiores á las compresiones que en otros momentos sufren, y que á medida que aumentan el peso, la altura y por consecuencia la rigidez del carril, compresiones y tensiones tienden á igualarse, y estas últimas disminuyen considerablemente.

Afirma, que las roturas de los carriles se producen muy frecuentemente por efecto de los descensos de temperatura, pues de la contracción del carril, contrariada por la sujeción que establecen las bridas, nacen tensiones que se suman á las que determina el paso de los trenes; en tales casos, se inician roturas que siguen la dirección de los cruceros de los cristales que forman la masa del metal, y puede, á pesar de esto, seguir resistiendo el carril algún tiempo, circunstancia á la que es debido que en la superficie de rotura se observen luego efectos más ó menos extensos de oxidación.

Recuerda las leyes de Wohler y todos los estudios experi-





mentales que á ellas se refieren, para deducir racionalmente la conveniencia de que el metal tenga un límite de elasticidad elevado, siendo de notar que cuanto más dulce sea, puede sufrir menor número de repeticiones de un esfuerzo determinado.

El juego de las dilataciones debe tenerse en cuenta que es contrariado, no sólo por las *juntas*, sino también por los enlaces con las traviesas, debiendo tenerse muy presente en estos puntos el riesgo que ofrece todo aquello que pueda ser causa de que se inicie la más pequeña solución de continuidad en el pie del carril.

Hace referencia á su *indicador de la vía* por medio del cual estudia las deformaciones, representándolas gráficamente, y por tales medios deduce: que la *estabilidad* de una vía sometida á *tráfico pesado* aumenta rápidamente con la rigidez.

Considera, en general, los aceros como dulces ó duros, según que los corresponda un límite de elasticidad menor de 28 kilogramos ó mayor de 38 kilogramos.

Como consecuencia de lo anterior, afirma que la dureza de los carriles y su aumento de peso influyen favorablemente en las condiciones de la vía, cuidando siempre de que el metal no sea frágil. Tiene esto mayor importancia á medida que aumentan las cargas sobre los ejes el número de trenes y su velocidad de marcha.

Aquí también se señala el empleo general del acero Bessemer ácido.

Con el empleo de aceros duros no se ha notado ventaja en cuanto á desgaste, lo que depende de que el contacto que se establece entre las ruedas y el carril, es menos extenso cuanto éste es más rígido.

Importa mucho que las ruedas estén bien torneadas, pues las *facetas* que en ellas tienden á producirse, dan lugar á *choques* y al deterioro de las llantas y de las vías; convendría, pues, que los frenos *apretasen siempre* fuera de la zona de contacto con los carriles. Observa cómo es práctica general renovar los carriles antes de estar inutilizados, á fin de conservar bien la superficie de rodadura.

Estudiando la determinación de longitud más conveniente para las barras, indica la conveniencia de *alargarlas* principalmente, porque así se reduce el número de juntas y se tiene al-





guna ventaja en cuanto á resistencia á las cargas; pero que esto se ha de limitar por la posibilidad de fabricación, transporte y manejo: en suma, se usan de 9 metros de longitud y hay tendencia á emplearlas del doble.

En la industria siderúrgica se nota la tendencia á obtener lingotes grandes, y como es difícil que haya en ellos perfecta uniformidad, los varios carriles que de cada lingote proceden, no resultan de calidad igual. Hace diferentes indicaciones respecto á perfeccionamientos de la fabricación en todas sus fases, incluso en el *enderezamiento* de las barras, que importa mucho sean lo más *rectas* posible.

A semejanza del ponente anterior, da importancia capital á los ensayos al choque y reconocimientos por medio del microscopio.

Termina (después de estudiar el material móvil y de tracción y describir sus experimentos con el estrematógrafo), formulando conclusiones generales que en lo más esencial pueden resumirse así:

Las reparaciones y conservación se *mejoran* con el empleo de carriles rígidos y lisos.

El desgaste será mayor en un carril pesado si el acero no es de buena calidad, que si fuera ligero y débil.

Los carriles rígidos reparten mejor las cargas sobre las traviesas y el balasto, siendo ésta una de sus mayores ventajas.

Debe tenerse en cuenta, en razón á la *repetición* de esfuerzos á que se someten los carriles, que hay ventaja, desde el punto de vista de la seguridad, en que por efecto del desgaste relativamente rápido de la superficie de rodadura (único inconveniente que se deriva del empleo de los carriles rígidos), se hayan de reponer con alguna frecuencia.

Y en definitiva, que para alcanzar buenos resultados económicos, se han de emplear aceros *tenaces* y *duros*, que son los verdaderos metales de carriles.

#### *Discusión.*

Aunque en lo más esencial se hallan bastante conformes los ponentes, todavía se mantuvieron opiniones contrarias duran-





te la discusión, sin que se alegaran grandes razones que merezcan ser reproducidas; y la dificultad de llegar á acuerdo y lo deficiente que en muchos puntos ha resultado el estudio que ha podido hacerse, obligó á adoptar las siguientes conclusiones:

«1.<sup>a</sup> No parece útil ni posible precisar actualmente la naturaleza de metal que conviene recomendar para la fabricación de carriles.

2.<sup>a</sup> Ha lugar y procede continuar los estudios hechos con ese objeto, precisando qué es lo que se entiende por acero *duro* ó *dulce* y adoptando unidades experimentales uniformes.»





## TEMA 2.º

**Juntas de los carriles.***Ponente.*—W. Ast.

## INFORME DE W. AST

Con método y claridad se ha redactado el informe de que nos proponemos dar ahora idea sucinta. Se hace notar, en primer término, que á pesar de los numerosos datos reunidos, la cuestión que se estudia no ha sido sometida á experiencia suficiente, y que lo mismo las investigaciones teóricas que los experimentos ofrecen dificultades derivadas de la complejidad de las acciones á que están sometidas las juntas de carriles; además, cree que hasta ahora no se ha fijado suficientemente sobre este asunto la atención de los Congresos.

La cuestión se ha formulado del modo siguiente: ¿cuáles son los progresos realizados en los sistemas de juntas de carriles, sobre todo en las líneas recorridas por trenes rápidos y motores muy cargados en su ejes?

Como estudio preliminar, hace una breve reseña histórica de los diversos sistemas de juntas, usados desde las primeras líneas férreas que se construyeron con carriles cortos de hierro colado. Señala con toda precisión, cómo empezándose por colocar las juntas apoyadas sobre traviesas, la dificultad de alojar las bridas en los cojinetes para los carriles de doble cabeza, obligó á colocar las juntas al aire, y que, mejorándose la fabricación de los carriles, sobre todo desde la adopción del acero Bessemer, y mejoradas también las bridas, los mejores resultados obtenidos han podido ser atribuídos equivocadamente á la colocación de la junta *al aire*.

En el apartado III se hace un estudio muy preciso de las *acciones verticales* ejercidas por las cargas sobre las juntas. Se refiere á las determinaciones de las deformaciones verticales registradas por medio de aparatos fotográficos, de los que deduce consecuencias muy importantes, comparando los efectos producidos por el tránsito de los trenes sobre juntas al aire ó apoya-





das y consolidadas por bridas ó sin bridas. Los resultados de los experimentos consignados en gráficos, demuestran la *ventaja* que se obtiene *apoyando* la junta.

A resultados semejantes llega al considerar las acciones horizontales y de giro que se producen en las juntas. También parece inclinarse á favor de las juntas *apoyadas*, cuando estudia las acciones longitudinales que se desarrollan sobre los carriles; aunque no se determina á formular conclusiones definitivas y recomienda que se realicen experimentos comparativos.

Examina, luego, los perfeccionamientos introducidos en los sistemas de unión de los carriles, refiriéndose únicamente á las juntas *al aire*, que son hoy generalmente empleadas. Del estudio teórico de la cuestión, deduce que estos perfeccionamientos se deben dirigir á disminuir los momentos de flexión en las bridas, y las presiones que éstas ejercen en su asiento sobre los carriles. Estos perfeccionamientos se refieren: 1.º, á reforzar la sección de las bridas; 2.º, á alargarlas; 3.º, á aproximar las traviesas inmediatas á las juntas; 4.º, á mejorar las condiciones de los pasadores; 5.º, á los perfeccionamientos del asiento de los carriles sobre las traviesas. Cita á este propósito los tipos más modernos adoptados para estas juntas, que son bien conocidos de todos los Ingenieros.

Describe, también, los tipos de junta en que se sustituye el empalme ordinario por juntas á medio grueso en sentido horizontal ó vertical y aquellos tipos especiales en que la unión puede imaginarse realizada por un trozo corto de carril, que viene en general á hacer el papel de una de las bridas, exagerada en su sección y dispuesta en forma tal, que sobre ella se efectúe la rodadura. Critica razonadamente estos sistemas, deduciendo que no son preferibles á los ordinariamente empleados. Asimismo se describen los sistemas especiales propuestos por Zimmerman, las juntas sobre *puentes* y otros similares, que no parecen haber dado resultados satisfactorios, ó al menos claramente preferibles á los sistemas ordinarios.

Estudia, luego, los medios empleados para *suprimir* las juntas, estableciendo la continuidad entre los carriles, ya colocando en caliente y roblonando las cubrejuntas, ya soldando los extremos de los carriles puestos al tope por medio de la electricidad, ya caldeando estos extremos, rodeándolos en un molde y





vertiendo metal fundido que haga las veces de soldadura. En general, parece que si se realizan con esmero estas operaciones, pueden conseguirse resultados satisfactorios, y que los inconvenientes que pudieran deducirse de la continuidad de los carriles no han sido tales como se temían: las roturas se han venido produciendo más que en las mismas soldaduras, á partir de los taladros abiertos en puntos inmediatos. Las soldaduras no se establecen nunca en los cambios y cruces de vías, y la desconianza con que se mira el sistema, depende de que se teme que se desarrollen tensiones grandes y se produzcan flexiones. Las tensiones pueden y deben calcularse para ser tenidas en cuenta al estudiar la resistencia del carril; en cuanto á las *inflexiones*, no parece que sean de temer en los de tranvías; en los caminos de hierro ordinarios no hay experiencia suficiente para decidir sobre este punto.

Indica el ponente que la junta establecida sobre *puentes*, sirve como de tránsito para volver á las juntas *apoyadas* sobre traviesas, y llama la atención sobre las ventajas que ofrece este tipo de juntas, que cree se ha dejado de usar, no por culpa del sistema, que debe estudiarse y mejorarse.

Como consecuencia del estudio hecho de la materia, formula las conclusiones siguientes:

1.<sup>a</sup> La junta al aire con bridas, hoy generalmente empleada, es defectuosa, pues resulta esta parte más *fatigada* por el tránsito que el resto de la vía.

2.<sup>a</sup> Se intentan mejorar por varios medios: aumento de rigidez del carril; aumento de sección de las bridas y aumento en longitud; aproximación de las traviesas cerca de las juntas; ensamblajes diversos de los carriles.

3.<sup>a</sup> Conviene ensayar las juntas apoyadas.

4.<sup>a</sup> Conviene no complicar ni empeorar las condiciones de las juntas haciéndolas servir para evitar el corroimiento de los carriles.

5.<sup>a</sup> Debe recomendarse la continuación de los ensayos que por empleo de carriles largos ó por las soldaduras tienden á disminuir ó anular el número de juntas.

El cuestionario dirigido á las Compañías, con cuyas contestaciones y los datos é investigaciones propios ha podido redactar su informe el ponente, abarca los siguientes extremos:





1.º ¿Qué sistemas de juntas de carriles, notoriamente distintos de los corrientes, han empleado recientemente y qué resultados nos pueden comunicar á ese respecto?

2.º ¿Han hecho observaciones respecto á las deformaciones que se producen en las juntas por el paso de las ruedas, y cuáles son los resultados obtenidos?

3.º ¿Han hecho experimentos comparativos respecto á resistencia de juntas de diversos sistemas ó del mismo tipo, con distinto material, y cuáles son los resultados obtenidos?

4.º ¿Qué experimentos se han hecho respecto á influencia ejercida en las condiciones de resistencia de la junta por refuerzo de las partes constitutivas de la vía, carriles, traviesas y balastos?

5.º ¿Qué experimentos han hecho respecto á la influencia del modo de sujeción de los carriles sobre las traviesas?

6.º ¿Se han empleado medios especiales para poner en buenas condiciones las juntas desgastadas? ¿Cuáles y con qué resultados?

#### *Discusión.*

Las conclusiones formuladas por Ast, y que antes se citaron, fueron ligeramente modificadas por él mismo en las sesiones del Congreso, sin variarlas en su esencia y dándoles formas más concretas. Combatidas por varios Ingenieros, tanto por parecerles demasiado terminantes á favor de la junta *apoyada*, como demasiado favorables en su tendencia para la soldadura de carriles, y por último, después de hacer constar varios que se vienen ensayando en diversas Compañías las juntas apoyadas y el empleo de las bridas de acero al níquel, con buen resultado, se adoptó la conclusión siguiente:

«El Congreso cree útil que continuándose los ensayos dirigidos á perfeccionar la junta *al aire*, las Compañías de caminos de hierro emprendan ó prosigan los ensayos con cualquiera otra clase de junta, y sobre todo con la junta apoyada; así como también los ensayos dirigidos á disminuir el número de juntas, principalmente por soldadura de los carriles.»



## TEMA 3.º

## Cambios y cruzamientos.

*Ponentes.*—Cartault (por casi todos los países, excepto Inglaterra y sus Colonias).

Worthinton (por Inglaterra y sus Colonias).

## INFORME DE CARTAULT

El tema sobre que informa este ponente, está redactado en los siguientes términos:

«Condiciones de construcción de las agujas y cruces en las líneas donde estos aparatos son recorridos sin disminuir la marcha, principalmente por trenes de gran velocidad y motores muy cargados sobre sus ejes.»

Para cumplir su cometido, dirigió á las Compañías un cuestionario, en forma tal, que pudiera hacerse un estudio de la materia, con pleno conocimiento de las condiciones y funcionamiento de estos aparatos de la vía y de las condiciones de la circulación que sobre ellos se realiza. Por su mucha extensión no lo reproducimos.

El estudio de la multitud de datos reunidos por el ponente, le permiten formular las conclusiones siguientes:

Todas las Compañías que explotan una red importante, servida por trenes expresos, poseen tipos de aparatos de cambios y cruces que permiten el paso á toda velocidad. Estos aparatos presentan entre sí mucha analogía. En todos, el paso se hace *con sacudidas*, que provienen:

1.º Del *guiado* de los vehículos que deben abordar los aparatos en una posición fija y determinada.

2.º De la *laguna* del carril en la punta del corazón.

El choque, poco sensible con aparatos nuevos y bien colocados, adquiere intensidad notable cuando están usados ó mal cuidados.

El sistema de *cruce de resorte* ó cualquiera otro que suprima la laguna de la punta del corazón, no es usado por las Compañías europeas consultadas. Las americanas no han proporcionado noticias precisas que puedan decidir á su favor ó en su con-



tra. Sobre este punto ha lugar á hacer estudios interesantes para crear un cruce de este tipo, robusto y respondiendo á todas las exigencias de la explotación, lo que constituiría un progreso notable.

Por lo demás, los aparatos de las diferentes Compañías han llegado, si no á la perfección teórica y absoluta, á una perfección práctica tal, que si pueden estudiarse mejoras de detalle, el conjunto es satisfactorio y da entera seguridad para el paso de las máquinas más pesadas á las velocidades máximas autorizadas.





## INFORME DE WORTHINGTON

Reune en los *anexos* de este informe, su autor, cuantos datos y dibujos le han remitido las Compañías en contestación al cuestionario detallado que les dirigió relativo á este tema, y procura dar cuenta de estas contestaciones sin formular conclusiones y sin que en esta breve reseña podamos descender á los detalles minuciosos que constan en su escrito.

*Discusión.*

En la discusión, se citan los sistemas especiales con una aguja fija y otra móvil, y el empleado ya hace tiempo en Westphalia, en que la rotación de la aguja es sustituida por su flexión, sistema que está en ensayo en la red de Orleans, al parecer con buen resultado.

Por fin, son adoptadas las conclusiones formuladas por Cartault, y que antes han sido transcritas.





## TEMA 4.º

**Conservación de la vía en las líneas de gran circulación en vista de reducir los retrasos de los trenes.**

*Ponentes.*—Tettelin (por Francia).

Post (por Austria-Hungría, Rumania, Países Bajos, Luxemburgo, Alemania y Suiza).

Denys (por todos los demás países).

## INFORME DE TETTELIN

Los ponentes se pusieron de acuerdo, en primer lugar, para definir como líneas de gran circulación aquéllas sobre cuyas vías circulan á lo menos 10.000 trenes por año y entre ellos hay algún rápido permanente cuya marcha sea á lo menos de 60 kilómetros por hora.

El cuestionario dirigido á las Compañías, se refiere á la conservación ordinaria de la vía y á su renovación.

Respecto á la conservación ordinaria, el punto más importante que se estudia, se refiere al modo de organizarla: unas veces, los operarios escogen cada día los puntos en donde han de efectuar las reparaciones, y otras veces se organizan revisiones generales. Según Brunuel, este método, aunque de un modo rudimentario se viniera aplicando en alguna ocasión, ha sido establecido primeramente por la Compañía del Este, en Francia, que lo reglamentó dictando al efecto una instrucción detallada en 1878. El sistema de revisiones generales se considera como muy superior al primero. Adviértense diferencias en el modo de organizar las revisiones, sobre todo por lo que se refiere á su plazo. Dentro del plazo de una revisión ó recorrido, se presentan en la vía deformaciones accidentales que se han de remediar inmediatamente, y aquel plazo debe ser tal, que estas deformaciones tengan poca importancia.

Como dato que debe tenerse presente, indica que un obrero recorre próximamente un kilómetro al año.

Afirman todas las Compañías, que con este sistema no sólo no hace falta disminuir la marcha de los trenes, sino que se evita el que esto pueda ocurrir por la renovación de las traviesas, á que á veces obligaba el sistema antiguo de conservación.





Por renovación se entiende el reemplazo en una cierta longitud de vía de la totalidad de los carriles, traviesas y balasto.

La renovación de los carriles se efectúa cuando llegan al límite de desgaste tolerable, aún antes de esto, cuando se llevan á otras vías ó bien cuando se cambia de calidad de metal ó se varía la sección del carril. La renovación de traviesas suele ser consecuencia de la de los carriles, y alguna vez se quitan de un trozo de línea para llevarlas á otros de menos fatiga, y el balasto no se renueva más que en caso de que por pérdida de su impermeabilidad no quede bien saneada la vía.

En cuanto á la forma de organizar los trabajos, existiendo la doble vía, alguna vez se establece el servicio sobre una sola vía en el tramo que se renueva, y más generalmente, no se interrumpe la circulación.

Estudia la organización de los trabajos adoptada por las Compañías en los distintos casos, y afirma que el *coste* de la operación es próximamente igual, de cualquiera de los dos modos que se realice; así, la elección queda dudosa, y sirven para decidir las condiciones especiales en que el trozo de vía que se renueva se halla ó lo que pueda influir en el servicio de trenes, por un lado la disminución de marcha sobre la vía que se está reponiendo, y por otro, los inconvenientes que pueda ofrecer el establecer todo el servicio sobre una sola vía.





## INFORME DE POST

Se fija, principalmente, en las molestias que se derivan para el tráfico, de la disminución de marcha en los tramos que se están renovando, y en resumen, concluye:

1.º Que debe cuidarse, sobre todo en los *tramos húmedos*, del saneamiento de la *plataforma*.

2.º Que se debe cuidar de la calidad del balasto.

3.º Que se debe adoptar un sistema de vía que dé superestructura sólida, duradera y homogénea.

4.º Que se deben ejecutar los trabajos de conservación ordinaria de suerte que no tengan que disminuir sensiblemente su marcha los trenes.

5.º Que si las circunstancias lo permiten, sobre todo cuando se renueve el balasto, los trabajos deben efectuarse interrumpiendo el servicio en la vía *del todo*, ó al menos dejando que sobre ella pasen menos trenes. Y si no puede hacerse una cosa ni otra, procurar que se trabaje el mayor número de horas por día, que los trenes pierdan poco tiempo, que el número de tramos en renovación simultánea sea corto, y de unos á otros haya una distancia mínima razonable.





## INFORME DE DEYNS

Recogidas las contestaciones al cuestionario, resulta, por lo que respecta á la conservación ordinaria, que no es tan generalmente seguido el sistema de revisión general, pero que de todos modos se consigue prácticamente, que por las operaciones éstas de conservación no se imponga ningún retraso en la marcha de los trenes.

Examina con todo detenimiento los datos reunidos referentes á la organización de los trabajos para las renovaciones de carriles, traviesas y balasto en todos los casos, y llega á formular las conclusiones siguientes:

1.<sup>a</sup> La conservación corriente y la renovación de traviesas pueden efectuarse sin imponer retraso á los trenes.

2.<sup>a</sup> Para reducir al mínimo las trabas impuestas á la circulación de trenes con las demás operaciones, conviene: 1.<sup>o</sup>, no provocar inútilmente la renovación de carriles y traviesas; 2.<sup>o</sup>, recurrir si es posible á la explotación con vía única, limitada á ciertos trenes; 3.<sup>o</sup>, confiar los trabajos de renovación á cuadrillas especiales permanentes; 4.<sup>o</sup>, en lo que concierne á la sustitución del balasto, adoptar un método de trabajo que ponga á los operarios al abrigo de cualquier sorpresa; 5.<sup>o</sup>, en las renovaciones de carriles y traviesas, evitar las disminuciones de marcha durante la noche; 6.<sup>o</sup>, no forzar, sobre todo en las renovaciones completas, el avance diario, dejar distancia conveniente entre cada dos cuadrillas, y limitar su número en una misma línea; señalar, sobre todo de noche, el origen y fin de las zonas de retraso de la marcha con señales especiales bien visibles para los maquinistas.

*Discusión.*

Discutido este tema, se han adoptado las conclusiones siguientes:

«1.<sup>a</sup> Considerar preferible el sistema de conservación por revisión general.

2.<sup>a</sup> Adoptar las tres primeras conclusiones del informe de Post.





3.<sup>a</sup> Estimar que hay frecuentemente ventaja en renovar simultánea y no sucesivamente carriles, traviesas y balasto.

4.<sup>a</sup> Llamar la atención sobre que el método de renovación en vía no explotada, consiente triplicar la velocidad de ejecución.

5.<sup>a</sup> Preconizar la organización que consienta mayor avance en línea explotada.

6.<sup>a</sup> Recomendar se indique á los maquinistas con señales ópticas, no sólo el comienzo, sino también el fin de la zona de disminución de marcha.»





## TEMA 5.º

**Medios empleados para evitar la acumulación de nieves sobre las vías ó para quitarlas.**

Estudiar los resultados obtenidos desde la sesión de Milán (1887), bajo el punto de vista de la seguridad y economía.

*Ponentes.*—Fletzer, por Hungría.  
Karecicha, por Rusia.  
Ovazza, por Italia.  
Gerstner, por los demás países.

## INFORME DE FLETZER

Considera como medio preventivo de la mayor eficacia, aumentar el tendido de los taludes de los desmontes hasta llegar á  $\frac{1}{6}$  y aún á  $\frac{1}{10}$ . Este recurso se aplica difícilmente cuando las trincheras son profundas, y prácticamente se considera inaplicable si esa profundidad llega á 10 metros.

Los *para-nieves* contruídos, según es bien sabido, resultan ineficaces cuando su dirección no es normal al viento, lo que obliga á disponerlos á veces en forma de bastidores ó combinando pantallas longitudinales con otras oblicuas. En ocasiones no bastan, y sobre todo á la entrada de los túneles se ha recurrido á prolongar la bóveda del mismo en una longitud mayor ó menor de la trinchera.

Los *quita-nieves*, que forman á modo de una proa y se pueden colocar en todas las locomotoras, son de buen resultado cuando la capa de nieve no excede de  $\frac{1}{2}$  metro. En ocasiones, con la máquina sólo se ha conseguido abrir paso en capas hasta de dos metros de altura.

Los *quita-nieves* rotatorios especiales empleados en la limpieza de la nieve, van montados sobre ruedas y empujados por varias locomotoras, la primera de las cuales le suministra el vapor que necesita para su movimiento y para fundir las masas de nieve que puedan aglutinarse y endurecerse en algunas partes del mecanismo de limpieza y podrían contrariar su funcionamiento. Constan de una barra que gira removiendo y triturando la nieve y una rueda de paletas que la arroja fuera de la vía. Con una capa de nieve de 2 metros de altura, puede avan-





zarse á razón de 4 kilómetros por hora; pero el consumo de vapor es enorme, y si la trinchera tuviera más de 30 metros, no puede arrojarla la nieve bastante lejos para que no vuelva á caer, inutilizando el trabajo hecho. Además, si la temperatura es muy baja, el vapor se condensa en los tubos que le conducen desde la locomotora á este mecanismo, y también el consumo de agua es muy grande. En definitiva, no puede responderse del buen éxito del aparato, que no ha sido suficientemente experimentado.





## INFORME DE KARECICHA

Considerando el problema en toda su amplitud, estudia las condiciones del trazado, tanto respecto á la elección de zonas, que, según sus condiciones de forma y orientación, pueden ser más propensas ó menos á la acumulación de nieves, como en el trazado del perfil longitudinal y transversales. Así forma el que llama el primer grupo de medidas preventivas.

En un segundo grupo comprende: 1.º, disposiciones especiales destinadas á producir el transporte de la nieve por encima de la vía, tales como los *setos* automáticos y *abrigos* Ronduihky, ninguna de las cuales parece que haya dado resultado ni se haya por tanto generalizado; y, 2.º, disposiciones que permitan acumular la nieve delante de la vía, y en casos, transportarla sobre ella.

La nieve se halla sobre la vía, ó cayendo naturalmente, ó arrastrada por el viento, ó por efecto de los aludes ó avalanchas. De la primera forma, rara vez se acumulan grandes masas, la última, es poco general (al menos en el país á que el informe se refiere), y queda como más importante la acumulación por la acción del viento.

Indica que los *para-nieves* pueden ser fijos ó móviles: los primeros tienen una eficacia limitada, mientras los segundos serán ilimitadamente eficaces, siempre que después de haber determinado la formación de un montón, se remuevan colocándolos en la parte alta. Las plantaciones de árboles convenientemente dirigidas, pueden ser eficaces como para-nieves fijos.

En cuanto á la limpieza de las trincheras obstruídas, se efectúa casi exclusivamente por medio de espaleos, que ofrecen la ventaja de permitir la limpieza de toda la explanación y el transporte de la nieve á donde no pueda causar nuevas obstrucciones.





## INFORME DE OVAZZA

Por las condiciones del país á que este informe se refiere (Italia), el problema ha ofrecido escaso interés; se ha resuelto satisfactoriamente mediante el empleo de quita-nieves en forma de proa colocados en las locomotoras.





## INFORME DE GERSTNER

Indica este ponente cuáles son los sistemas empleados en los diversos países de que se ocupa; cómo en donde las avalanchas son de temer, se acude á proteger el paso de la vía, formando verdaderos túneles y cuidando de conservar ó propagar en las laderas el arbolado; cómo es general el empleo del espaleo simple ó combinado con quita-nieves montados en carretones especiales ó colocados en las locomotoras, y éstos son generalmente ligeros en Europa y pesados en los Estados Unidos, exigiendo estos últimos que se les dé un punto de apoyo sobre la vía y ofreciendo la ventaja de poder atacar bancos de nieve de mucho mayor espesor.

*Discusión.*

Discutida la materia en las secciones, se llegó á las siguientes conclusiones:

*«1.ª Protección contra las aglomeraciones de nieve.*

a) Todas las Administraciones cuya red está amenazada por aglomeraciones de nieve, han reconocido la necesidad de prevenir este peligro por instalaciones y disposiciones de protección.

b) Las diversas instalaciones de protección son en todas partes objeto de estudio serio, basado en datos prácticos y con el fin de procurar mejoras.

c) El empleo de setos vivos y el desarrollo de la vegetación arbórea, se recomienda muy principalmente.

*2.ª Medidas para la limpieza.*

a) Se manifiesta la tendencia á propagar el empleo de los quita-nieves fijos en la delantera de la locomotora, y á aumentar su peso y su potencia.

b) En los países donde se producen grandes aglomeraciones de nieve, el empleo de máquinas especiales del género de la Rotary, parece indicado.»





## TEMA 6.º

**Construcción y pruebas de los puentes metálicos.***Ponente.*—Von Leber.

## INFORME DE LEBER

Para redactar este informe, dirigió á las Compañías de ferrocarriles un cuestionario detallado, que puede resumirse así:

1.º Croquis esquemáticos de locomotoras, ténder y vagones de todas clases que circulan por las vías, indicando las cargas en cada eje y posiciones relativas de éstos.

2.º ¿Prefieren los Ingenieros para los cálculos de resistencia hacer uso de los trenes tipos ó de cargas uniformemente repartidas equivalentes? En el primer caso, ¿cuáles son estos trenes tipos de viajeros y mercancías más pesados y capaces de producir momentos de flexión y esfuerzos cortantes máximos? En el segundo caso, ¿cuáles son las escalas de cargas uniformemente repartidas por metro de vía, que sirven para obtener momentos de flexión y esfuerzos cortantes para cualquier clase de puentes y para todas las luces posibles?

3.º ¿Han adoptado alguna escala ó fórmula para fijar las cargas á que pueda someterse el metal, tanto en las piezas comprimidas como en las extendidas? ¿Hay alguna prescripción oficial á este respecto? ¿Tienen pliegos de condiciones establecidos?

4.º ¿Cómo practican las pruebas periódicas de los puentes? ¿Han de someterse á alguna prescripción oficial?

Reunidas las contestaciones de sesenta Compañías con los datos de su propia experiencia, ha procedido á redactar el informe de que damos cuenta, dirigido á contestar cumplidamente á las siguientes preguntas, en que se determina el alcance que quería dar el Congreso al tema 6.º

A. ¿Cuáles son las cantidades de metal empleadas, ó que se han de emplear en los puentes de los caminos de hierro, teniendo en cuenta las prescripciones vigentes en los distintos países?

B. ¿Cuál es la importancia real que se puede conceder á estas pruebas, y si se las puede mirar como medio experimen-





tal de establecer las condiciones efectivas de solidez y grado de seguridad que ofrecen esas construcciones?

En el prefacio afirma el ponente, que si bien son indispensables tanto las pruebas iniciales de los puentes como las periódicas, cada tres, cuatro ó cinco años, tanto por la garantía de seguridad que con ellas se da al público, como por las indicaciones útiles que se deducen de la observación de las deformaciones, no cree que ningún Ingeniero especialista en esta clase de construcciones pretenda deducir de tales pruebas las condiciones efectivas de solidez y el grado de seguridad que pueden ofrecer las diversas partes de tales obras: esas condiciones resultan de los ensayos de los materiales, de los cálculos de resistencia, del montaje, etc. Puede, pues, el estudio concretarse á la pregunta A, y para ello divide su trabajo de este modo:

I.—Los puentes metálicos antes de 1870.

II.—Sobrecargas debidas al material móvil.

III.—Prescripciones relativas á las sobrecargas para la construcción de puentes metálicos.

IV.—Fabricación de hierro y acero para puentes.

V.—Límites de los coeficientes de trabajo admisibles para el metal de los puentes.

VI.—Cantidades de metal que se han de emplear en puentes de diversas luces y alturas.

Resume, finalmente, formulando resoluciones que somete al Congreso.

Estudiando las condiciones en que se han construido los puentes hasta 1870, puede afirmar que con esta fecha se llegó á las formas generales que hoy se siguen usando y se establecieron los actuales métodos de cálculo; y nota que ya en fecha anterior, en América, se construían las vigas de grandes mallas, lo cual estaba en relación con el sistema de construcción, con las articulaciones de clavijas adoptadas por los americanos, principalmente para hacer rápido y fácil el montaje.

Examina en el capítulo 2.º las sobrecargas debidas al material móvil, presentando con toda claridad datos relativos á las máquinas y tender en épocas anteriores, y, finalmente, en 1899, en Austria-Hungría, en Europa y en América.

Pasa al tercer punto: «Prescripciones acerca de las sobrecargas para la construcción de puentes metálicos», exponiendo





hasta qué punto ha sido posible, y es razonable, construir y reforzar los puentes metálicos de modo que se satisfagan las exigencias relativas á las cargas, siempre crecientes, que se vienen imponiendo por los Ingenieros encargados del material y tracción. A cada nueva invención de éstos, no es posible reconstruir la vía y los puentes, y tal cosa no debe hacerse sino después de un maduro examen. Convendría en esta cuestión marchar completamente de acuerdo unos y otros, según se acordó en el Congreso de San Petersburgo de 1892, y el ponente se propone precisar.

Examina, con todo detenimiento, las primeras prescripciones que se han establecido en Inglaterra, en Julio de 1891, después del accidente del puente sobre el Tay, en el *Continente* antes; si bien el deseo del legislador de ser claro y breve, les quita mucho valor en general.

Estudiando la forma que debe darse á estas prescripciones, nota que las sobrecargas pueden darse refiriéndose á *trenes tipos* ó á *cargas equivalentes repartidas*. Aunque lo primero parece lo más sencillo, profundizando la cuestión se cae en la cuenta de que para cada elemento de la construcción sería preciso analizar y discutir cuál sería la composición y colocación de tren más desfavorable, y de esta dificultad nació la determinación de las ordenanzas austriacas de 15 de Septiembre de 1887, de adoptar el sistema de cargas uniformemente repartidas equivalentes, haciendo de una vez el estudio detenido de los momentos de flexión y esfuerzos cortantes que resultan de todos los casos posibles, merced á la circulación del material móvil.

Explica cómo se ha hecho este estudio en las ordenanzas austriacas, y define la carga uniforme equivalente para una pieza cualquiera de construcción, diciendo que es la que, cubriendo la misma porción del tablero del puente que el tren de sobrecarga, determina los mismos esfuerzos sobre la pieza considerada.

Las prescripciones establecidas posteriormente á las ordenanzas austriacas del 87 y antes del 95, son:

En Francia.....	29 de Agosto de 1891.
En Suiza.....	19 de Agosto de 1892.
En Inglaterra.....	Agosto de 1892.
En Hungría.....	14 de Abril de 1893.





En estas disposiciones se han fijado, en general, los tipos de locomotoras y ténder pesados que han de servir de base á los cálculôs de las sobrecargas.

En la sesión del Congreso de 1895, emitieron los Ingenieros ingleses la opinión de que la capacidad de las vías férreas podía considerarse como agotada, en cuanto se refiere al peso de los vehículos. A pesar de eso, tanto en Europa como en América, desde ese año hasta hoy, continúa aumentando el peso de locomotoras, ténder y vagones.

En 1898, *L' American Society of civil Engineers*, estudió, pero al fin no adoptó, un proyecto de pliego de condiciones, presentado por Seaman, y que ofrecía verdadero interés. En Europa se han adoptado las siguientes prescripciones desde el 95:

Prusia.....	Septiembre de 1895. Ministerio de Obras públicas.
Rusia.....	15 de Enero de 1896. Ministerio de <i>Vías de Comunicación</i> , y 15 de Marzo de 1896. Dirección de los caminos de hierro del Estado.
Baviera.....	Marzo de 1899. Dirección de los caminos de hierro del Estado.
Verein.....	Marzo de 1900. Proyecto de sobrecargas que se han de admitir por las Administraciones adheridas.

En estas disposiciones, generalmente, se han establecido trenes ó vehículos tipos, y simultáneamente escalas de sobrecargas uniformemente repartidas equivalentes. Reproduce los datos de trenes tipos y escalas, así como la opinión absolutamente contraria al establecimiento de estas reglas de los Ingenieros americanos.

Discute minuciosamente este asunto, para concluir que, salvo el tratar por separado los casos excepcionales, es preciso atenerse á los trenes pesados que de hecho circulan, y que conviene representar sus efectos por las escalas de cargas, uniformemente repartidas.

Propone trenes tipos, formando seis grupos del modo siguiente:





Trenes extra- pesados. de América.	Gran velo- cidad.	Máquina de 99 ts., 5 ejes, 3 á 25 ts. y 2 á 12 ts.
		Ténder de 56 ts., 4 ejes á 14 ts.
		Vagón de 40 ts., 4 ejes, á 10 ts.
	Mercancías	Máquina de 90 ts., 5 ejes, 4 á 20 ts. y 1 á 10 ts.
		Ténder de 52 ts., 4 ejes, á 13 ts.
		Vagón de 48 ts., 4 ejes, á 12 ts.
Trenes e extra- pesados de Europa.	Gran velo- cidad.	Máquina de 76 ts., 3 ejes, á 20 ts. y 2 á 8 ts.
		Ténder de 42 ts., 3 ejes, á 14 ts.
		Vagón de 20 ts., 2 ejes, á 10 ts.
	Mercancías	Máquina de 68 ts., 4 ejes, á 15 ts. y 1 á 8 ts.
		Ténder de 39 ts., 3 ejes, á 13 ts.
		Vagón de 24 ts., 2 ejes, á 12 ts.
Trenes pesados de Europa.	Gran velo- cidad.	Máquina de 60 ts., 2 ejes, á 18 ts. y 2 á 12 ts.
		Ténder de 36 ts., 3 ejes, á 12 ts.
		Vagón de 16 ts., 2 ejes, á 8 ts.
	Mercancías	Máquina de 56 ts., 4 ejes, á 14 ts.
		Ténder de 30 ts., 3 ejes, á 10 ts.
		Vagón de 20 ts., 2 ejes, á 10 ts.

Partiendo como base de los trenes tipos (en los que claro es que se conoce la separación de los ejes en cada vehículo y la longitud ocupada por éstos), ha hecho los cálculos necesarios para fijar las cargas equivalentes uniformemente repartidas por metro de vía, consignando en este informe los resultados, que por no prestarse á ser extractados no reproducimos.

Expone la manera de hacer uso de esas escalas, presenta ejemplos de cálculo, y concluye: que con ellas se podrá, en todos los casos prácticos, efectuar los cálculos de resistencia del modo más sencillo; y que los puentes así calculados, presentarán una gran seguridad.

Estudia, luego, los métodos de fabricación de los hierros y aceros, examinando las propiedades que generalmente se exigen para emplearlos en puentes, deduciendo que para obras pequeñas, se hace uso de los metales cuya carga de rotura es más baja, pero mayor el alargamiento, y que en las obras grandes se emplean aceros más duros, cuya carga de rotura es más elevada y mayor el alargamiento correspondiente. Recuerda los llamados coeficientes de calidad que se han supuesto propios para definir la calidad de un metal, teniendo en cuenta que cuando se modifica por efecto de las operaciones á que se somete, aumen-





tando la carga de rotura, disminuye en igual proporción el alargamiento. Tomando como abscisas y ordenadas esas dos magnitudes, la constancia de su producto para el metal extraído de un horno ó conversor, define las *hipérbolas* de calidad. Hace notar á este respecto, que al establecer condiciones para recepción de materiales para un puente, debe estipularse un alargamiento mínimo que en ningún caso puede admitirse, que se compensa por un aumento en la carga de rotura.

Hace constar, que en muchos pliegos de condiciones se estipula que el metal para puentes ha de obtenerse en los hornos Martín Siemens, y que en otras ocasiones se admite también el preparado en conversores de diversos sistemas.

Pasa después á examinar, muy concienzudamente, los «límites del trabajo interior que se han de admitir en el metal».

Para determinar este límite, ha de tenerse en cuenta:

1.º La calidad y procedencia del material, así como el modo de fabricación comparado con la manera como ha de trabajar puesto en obra.

2.º La consideración de los esfuerzos repetidos un gran número de veces, así como de los esfuerzos alternados ó del intervalo en el cual oscilan.

3.º El aumento de trabajo elemental, por consecuencia de la repartición desigual entre todas las fibras de la sección, y la mayor ó menor seguridad que se puede atribuir á los cálculos de resistencia.

Las circunstancias 1.ª y 3.ª se han de tener siempre en cuenta, y respecto á la 2.ª se ha exagerado mucho su importancia para este caso. Todas las concepciones que derivan de las teorías de resistencia de materiales, conciernen á esfuerzos relativamente pequeños que no alteran la elasticidad de la materia, é importa observar que la repetición de esfuerzos en intervalos muy breves, tal como se practicó por Wohler, no puede compararse con el trabajo efectivo de las construcciones, en los que el tiempo que transcurre es suficiente para que el metal recobre su constitución molecular primitiva.

Estudia, á continuación, la flexión lateral de las piezas comprimidas, reproduciendo la fórmula que para limitar las cargas en este caso presentó ya en 1889, para sustituir la antigua de Rankine.





Consigna, luego, las cargas que se admiten para el trabajo del metal en diversos países, y termina este punto proponiendo los siguientes valores:

	LUCES					Acción del viento.
	0 m.	40 m.	80 m.	120 m.	160 m.	
Hierro soldado. ....	7,0	7,8	8,4	8,8	11,0	10,0
Hierro fundido (acero)	9,0	9,8	10,4	10,8	9,0	12,0

En las piezas sometidas á esfuerzos alternados de tracción y compresión, se disminuirán prudencialmente los coeficientes de trabajo. Para los esfuerzos cortantes, se podrán tomar coeficientes de 6 á 5 para el hierro, de 7 á 5,5 para el acero, según que estos esfuerzos se ejercen siempre en el mismo sentido ó en sentidos diversos. Finalmente, cuando se trate de una obra importante, podrán forzarse aquellos valores estableciendo condiciones bien estudiadas para la recepción del material, y en cambio, en obras pequeñas convendrá ser más prudentes y rebajar las cargas.

Pasa á estudiar el capítulo VI del informe, la cantidad de metal que se ha de invertir en puentes de diversas luces y alturas, y á este efecto, reúne datos numerosísimos que consigna en un cuadro gráfico, en el que toma como abscisas las luces medidas en metros y como ordenadas los pesos en toneladas por metro de vía. A cada obra corresponde un punto representativo, y estos puntos parecen acumularse en una zona, de la cual quedan separados algunos que individualmente acusan ligereza ó pesadez extraordinarias; aquella zona la limita por dos trazos continuos, que vienen á indicar los pesos máximos y mínimos por metro de vía, y agrega otra tercera media entre las otras dos, y que viene á indicar los pesos medios. El trazado de estas líneas comprende de luces de 0 á 450 metros; pero desde los 200 metros en adelante, el número de puntos es muy corto y no se marca la zona como para las luces menores. En resumen, los pesos medios por metro parecen oscilar, según que la luz varíe de 0 á 500, entre 0,35 ts. y 16,3.





Examina en qué casos, según se trate de tramos independientes ó continuos de vigas de diversos sistemas ó arcos, es más ó menos fácil ó frecuente que se produzcan las cargas máximas que sirven de base á los cálculos de resistencia, y cómo, además, en las grandes luces el efecto de las sobrecargas es poco al lado del peso muerto.

De todas suertes, sienta, que la seguridad que presentan los puentes antiguos en relación con las sobrecargas crecientes impuestas por los nuevos tipos del material móvil, debe estudiarse periódicamente. Ahora, al hacer este estudio en una obra determinada, cuando parezca encontrarse en buen estado, surge la duda de cuál será la carga máxima á que toleraremos que trabaje el metal: esta cuestión, suscitada antes de ahora en los Congresos, no ha sido resuelta.

Admitida la insuficiencia de una obra para resistir las nuevas sobrecargas, cabe discutir si conviene reconstruirla ó reforzarla. En Austria se ha hecho generalmente, lo primero, cuando las luces no pasan de 20 ó 30 metros, y la operación se ha efectuado construyendo el nuevo puente á la altura y al lado del antiguo, y efectuando un lanzamiento lateral. El refuerzo de un puente metálico ofrece grandes dificultades, nacidas de las trabas que impone el servicio de explotación y de la incertidumbre en cuanto al modo de repartirse los refuerzos en las piezas reforzadas: es, pues, operación cara y de resultados poco seguros, á pesar de lo cual se ha hecho muchas veces.

Estas consideraciones ponen de manifiesto el interés que hay de armonizar las condiciones de la vía y su infraestructura con el peso y disposición de los vehículos.

Termina esta parte del informe, examinando cuáles son los sistemas de construcción que deben recomendarse según las condiciones de luz y altura; para luces pequeñas y para viguetas, se pueden adoptar con ventaja los hierros ó aceros laminados en doble T, habiéndose extendido su aplicación á medida que se han ido fabricando de mayor sección y longitud; las vigas de alma llena también, gracias al aumento de anchura en el laminado de palastros (que puede llegar á 1,80 y 2 metros), pueden aceptarse para luces hasta de 25 metros; para luces de 18 á 45 metros, se admiten con ventaja las vigas de celosía con cabezas rectas, siendo la triangulación doble, cuádruple ó séxtuple en las ma-





yores; de 45 á 55 metros, las necesidades del arriostramiento conducen á menudo á adoptar las vigas de cabeza superior curva (*bow-string*); de 55 á 80 metros, aún ha lugar á discutir sobre la preferencia de estas últimas vigas ó de cabeza recta, y parece esto último casi siempre más económico hasta los 70 metros; para luces de 80 á 120 (que en general son de vía inferior), parecen preferidos los puentes formados con vigas de cabeza superior curva, pero con altura suficiente sobre los apoyos para admitir el arriostramiento y generalmente con doble triangulación de diagonales estiradas; si la vía fuera *superior*, es más general y de mejor aspecto aceptar las vigas rectas; para las luces de 120 á 160 metros, no hay número tan grande de obras ejecutadas que permitan fijar criterio, en algunos casos se han empleado las mismas vigas de cabezas curvas, y tanto para estas luces como, sobre todo, para otras mayores, se aplica el sistema de cantilevers ó vigas-consolas, y otros sistemas; cuando se ha de cruzar un cauce muy profundo, son preferidos los arcos metálicos; en los casos de luces extraordinarias, la tendencia de los Ingenieros europeos es adoptar sistemas de construcción rígidos, sancionados por el éxito obtenido en el puente del Firth of Forth; en América hay tendencia á adoptar los sistemas articulados y los puentes colgantes, y ejemplo notable de ello es el nuevo puente proyectado entre New-York y New-Jersey, cuya luz es de 870<sup>m</sup>,5.

Examina luego la forma en que se hacen las pruebas de los puentes con sobrecargas, y observa: 1.º, que lo que importa medir no es el descenso absoluto en el centro de la luz, sino el relativo á una línea determinada por dos puntos marcados en las vigas sobre los apoyos; 2.º, que en una construcción metálica bien roblonada, el asiento permanente debe ser insignificante, el elástico debe producirse de un modo inmediato cuando llega el tren de sobrecarga á colocarse sobre el puente, sin que aumente prolongando la prueba; 3.º, es erróneo prescribir que las deformaciones queden por bajo de una cierta proporción de la luz (muchas veces  $\frac{1}{5.000}$  la permanente y  $\frac{1}{1.000}$  la elástica), conviene más establecer, que no difieran de los calculados en más de 0,1 ó 0,15; 4.º, cuando se han de probar varios puentes en una línea con el mismo tren de prueba, se llevarán las miras





dispuestas de modo que se puedan sujetar fácilmente á las cabezas de las vigas, y el instrumento con que se han de hacer las observaciones, el cual no es preciso instalar, de suerte que su visual sea horizontal, sino de forma que esté muy fijo y se vean bien las miras; 5.º, cuando la carga ha de durar mucho, se procederá, por nivelación, comprobando la invariabilidad de la visual por observación de puntos de referencia bien fijos.

Termina este interesante trabajo formulando conclusiones aceptadas luego por el Congreso.

### *Discusión.*

En la animada discusión mantenida al estudiar este tema, el ponente insistió en llamar la atención acerca del aumento de las cargas, impuesto á las obras por las modificaciones incesantes de que es objeto el material móvil, y la tendencia manifestada en todas partes á extender la aplicación de las escalas de sobrecarga equivalentes, tanto al cálculo de los esfuerzos cortantes, como al de los momentos de flexión.

Varios Ingenieros tomaron parte en la discusión, en primer término, para recabar mayor libertad en cuanto á métodos de cálculo y comprobación de estabilidad de los puentes, que no entendían se habrán de hacer siempre y precisamente por medio de las escalas de sobrecargas equivalentes. También se pedía mayor amplitud en cuanto á señalamiento de sobrecargas, así como en cuanto á cargas de rotura que se deben estipular en relación con las condiciones de producción en cada país. Se examinaron, especialmente, otros puntos, haciéndose indicaciones relativas á la conveniencia de emplear el acero al níquel en las obras grandes; al uso, cada vez más general, del acero en los roblones, pero siempre con precauciones especiales; á los inconvenientes que ofrecen las pruebas periódicas de los puentes y aun suprimir la prueba inicial en algunas obras pequeñas; á la conveniencia de acudir al empleo de aparatos que midan directamente las tensiones, y algunos asuntos que pudieran ser objeto de estudio para la sesión siguiente.

Finalmente, se adoptaron las siguientes conclusiones formuladas por Von Leber en su informe, con la adición de la número 10:





rededor de 40 kilogramos por mm.<sup>2</sup> (ó lo que es lo mismo, corresponder al coeficiente de calidad 10). Sin embargo, para los puentes de luz excepcional, se buscará un metal más duro, y, en cambio, se vigilará más estrechamente la fabricación, el suministro y el montaje.

En el primer caso, que es el de las obras corrientes, se podrá, como para el hierro soldado, admitir límites de trabajo de 6 á 9 kilogramos por mm.<sup>2</sup>, deducción hecha de los orificios de roblones, mientras que para las vigas de tamaño excepcional, se podrán elevar estos límites hasta de 8 á 12 kilogramos, y con  $\frac{1}{8}$

más próximamente para los efectos del viento. Es siempre recomendable que el trabajo admitido no rebase nunca de la mitad del límite de elasticidad del metal que se emplea; en el caso de esfuerzos alternados, conviene aún reducirle.

6.<sup>a</sup> En cuanto á la acción del viento sobre los puentes, se está conforme casi en todas partes con los coeficientes fijados en Inglaterra hacia 1881. Sin embargo, los Ingenieros del Continente en ambos mundos, han dulcificado algo esas reglas admitiendo que la presión de 170 kilogramos por m.<sup>2</sup> basta, mientras los trenes circulan y que un viento de 270 kilogramos por m.<sup>2</sup>, el servicio está forzosamente interrumpido.

7.<sup>a</sup> Para los puentes construídos convenientemente, conforme á las condiciones antes citadas, parece resultar del trabajo de revisión del ponente, concerniendo al peso de más de un millar de construcciones, que la cantidad de metal que se ha de invertir en los puentes será aproximadamente como sigue:

LUCES	PESO POR METRO DE VÍA		
	Mínimo.	Medio.	Máximo.
	Toneladas.	Toneladas.	Toneladas.
0, metros	0,2	0,35	0,5
10	0,6	1,00	1,4
50	1,7	2,6	3,5
100	3,0	4,3	5,6
200	5,6	7,3	9,0
300	8,2	10,3	12,4
400	10,8	13,3	15,8
500	13,4	16,3	19,2





Sin embargo, estos pesos no pueden considerarse como justificados por la práctica actual más que hasta luces de 200 metros próximamente, por falta de número suficiente de ejemplos de puentes de luces mayores.

8.<sup>a</sup> En fin, el Congreso estima que sería útil estudiar en cada país, si las cargas crecientes impuestas á la vía é infraestructura por los vehículos cada vez más pesados, que se ponen en circulación por el servicio de tracción, están bien justificadas por los beneficios que reportan.

Este estudio concierne sobre todo á la vía y puentes metálicos de luces medias cuya reconstrucción, durante la explotación, ocasiona molestias y gastos considerables. Para los puentes metálicos de pequeña luz, la sustitución se hace fácilmente por lanzamiento lateral entre el paso de dos trenes. Para los tramos metálicos de luces muy grandes, las reconstrucciones y sustituciones no se hacen casi nunca, en vista del papel poco importante que juegan en ellos las cargas móviles. Pero para las obras comprendidas entre estos extremos, así como para la vía, el estudio de que se trata conserva una gran importancia.

9.<sup>a</sup> Las sobrecargas de prueba usadas en casi todos los países para los puentes metálicos de los caminos de hierro, son indispensables para las obras de á lo menos 10 metros luz; constituyen una garantía de seguridad que es debida al público de viajeros y al personal del servicio.

Sin embargo, los resultados favorables proporcionados por estas pruebas, no constituyen más que una indicación para los Ingenieros; de ningún modo dispensan del servicio detallado de vigilancia y conservación concerniente á todas las partes constitutivas de cada construcción.

Es recomendable, en todos los casos dudosos, examinar el trabajo del metal por medio de mediciones directas realizadas sobre las mismas piezas.

10.<sup>a</sup> En razón, de las numerosas investigaciones prácticas ya emprendidas para determinar el trabajo efectivo de las diversas partes de las obras metálicas y de la tendencia manifiesta de librar á estas obras de la influencia de las tensiones secundarias, el Congreso, á propuesta de MM. Belebubsky y Goupil, propone inscribir en el programa del próximo Congreso las siguientes cuestiones:





a) ¿Qué procedimientos se han empleado para la medición de los esfuerzos efectivos desarrollados en los diversos elementos de las construcciones metálicas?

b) ¿En qué proporciones se han conseguido, con las disposiciones prácticas adoptadas, disminuir las tensiones secundarias en las diversas partes de las obras metálicas?»





## TEMA 7.º

**Enlace de las inclinaciones diferentes del perfil.**

*Ponentes.*—Sabouret.

Wenzel Hohenegger.

Laurent Amadeo.

Van Vogaert.

Estudian los ponentes en sus informes con toda minuciosidad y teniendo á la vista los datos suministrados por las grandes Compañías, todas las cuestiones que se relacionan con la comodidad y la seguridad del tráfico y condiciones mecánicas que influyen en el trazado de las curvas de enlace de las distintas rasantes, en todos los casos que en la práctica ocurren; y sin que haya habido discusión ninguna, se han llegado á formular las conclusiones siguientes:

1.<sup>a</sup> Salvo algunos casos excepcionales, por ejemplo, á la entrada de una estación importante, el enlace de las rasantes puede establecerse sin dificultades serias.

2.<sup>a</sup> En las líneas de rasantes suaves, basta siempre para resolver la cuestión, el golpe de vista de los agentes de la vía.

3.<sup>a</sup> Cuando las inclinaciones llegan ó pasan de 0,01, conviene establecer de antemano el modo de enlazarlas y tenerlo en cuenta en la ejecución de la explanación y en las obras de arte. La curva de enlace puede recibir indiferentemente la forma circular ó parabólica, que se confunden sensiblemente en la práctica. Basta señalar los extremos y el vértice y unir estos tres puntos por una curva continua.

4.<sup>a</sup> No parece útil, en las líneas de fuertes pendientes, dar á la curva de enlace radio mayor de 5.000 metros. Todavía se considera aceptable el radio de 2.000 metros en los puntos en que la velocidad no excede de 50 kilómetros por hora.

5.<sup>a</sup> Se recomienda, principalmente, el evitar que coincidan un cambio brusco en el perfil con el origen de una curva.





## TEMA 8.º

## Conservación de las maderas.

*Ponente.*—Herzenstein.

## INFORME DEL PONENTE

Hace ver cómo para la construcción de los 750.000 kilómetros de caminos de hierro que existen en el mundo, ha sido necesario explotar próximamente 750.000 hectáreas de bosques, cuya repoblación oscila entre veinte y ochenta años. Para la conservación de las vías existentes y para su desarrollo, es preciso explotar próximamente 175.000 hectáreas anuales. Así es de temer que sobrevenga una verdadera crisis, en vista de un consumo tan enorme; para resolverla, el problema estriba en buscar clases de maderas que se reproduzcan rápidamente (en treinta ó treinta y cinco años, por ejemplo), y aplicarles una preparación que les asegure una duración á lo menos por igual plazo.

Se han experimentado para ello diversos procedimientos:

Inyección de disoluciones metálicas.

Creosotado.

Inyecciones mixtas.

En Francia, se ensaya un procedimiento eléctrico que parece llamado á tener éxito.

Cuando se usan maderas blandas, para evitar su destrucción por la acción directa de los *tirafondos*, se emplean, á veces, piezas auxiliares de maderas duras.

Es preciso continuar estudiando los diversos sistemas que más se preconizan y se emplean, así como su coste. Lo mismo ocurre en cuanto á conservación de las distintas clases de maderas.

*Discusión.*

Intervienen diversos congresistas, haciendo notar la importancia que pueden tener algunos métodos de conservación de maderas, como el llamado de vulcanización; las buenas condiciones de algunas, como la de quebracho, que hay dificultades para emplearla en Europa; el interés extraordinario que ofrece





la cuestión en los climas tropicales, y que en definitiva, el tema puede ser mantenido para la próxima reunión del Congreso, adoptándose las siguientes conclusiones:

«1.<sup>a</sup> Procede continuar estudiando los procedimientos más recientes de conservación, proponiéndose como objetivo, en lo que respecta á la utilización de maderas como traviesas de los caminos de hierro, buscar los métodos capaces de asegurar á cada especie una duración comparable al tiempo necesario para la repoblación correspondiente.

2.<sup>a</sup> Conviene estudiar las causas de alteración de las maderas en los climas tropicales, y los medios propios para combatirlas, sobre todo, en los caminos de hierro en que se emplean traviesas.»





## TEMA 9.º

**Balasto.**

Condiciones de un buen balasto. Elección de balasto, teniendo en cuenta la naturaleza é intensidad del tráfico, precio de coste, etc.  
Influencia del balasto sobre la constitución de la vía.

*Ponentes.*—Bauchal.  
Fildpanche.  
Wasintynski.

## INFORME DE BAUCHAL

Constituye este informe un estudio muy completo de las funciones que desempeña el balasto en la vía, expuesto con gran claridad y método y acompañado de los datos numerosos suministrados por las Compañías en contestación al cuestionario que al efecto se les dirigió, y en el que se formulan las preguntas necesarias para conocer bien la naturaleza, procedencia y preparación del balasto, los resultados que en cada caso han dado respecto á estabilidad de la vía, su elasticidad, su duración, producción de polvo, desarrollo de vegetaciones, perfiles adoptados, permeabilidad, etc., etc.

Es el balasto, una capa de materiales menudos, colocados sobre la plataforma del camino, que soporta y envuelve parcialmente la vía.

El primer fin que llena el balasto, es el de proporcionar un apoyo á la vía que se adapte exactamente á su forma, adaptándose igualmente á la plataforma del camino, sirviendo de intermedio que puede reputarse como indispensable y del que no se prescinde más que en puntos determinados en que es indispensable ó conveniente dar á la vía apoyo invariable, lo que en vía corriente sería siempre oneroso y á veces muy difícil.

Otro objeto importantísimo es el de repartir las presiones sobre una extensión suficiente de la plataforma: aunque á primera vista parezca que por tal razón convendría aumentar ilimitadamente el grueso del balasto en los terrenos más compresibles, no es así, por el aumento de gasto que lleva consigo (convendrá, mejor que aumentar el grueso del balasto, en muchas ocasiones, sanear y afirmar por otros medios la plataforma), y porque





en relación con la separación de las traviesas, deja de ser eficaz, á partir de un cierto valor. En resumen, deduce, que en general no hay necesidad de un grueso mayor de 0<sup>m</sup>,35; y que, como límite extremo, puede conceptuarse el de 0<sup>m</sup>,45. Cita los interesantes experimentos hechos por la Compañía de Orleans, así como los estudios relativos á esta cuestión realizados por Kreuter y expuestos y criticados por Ast.

Otra cuestión de importancia capital es la *elasticidad* del balasto, que es eminentemente útil para regular la elasticidad del conjunto del sistema formado por el material móvil, la vía, el balasto y la plataforma. A este respecto, se han hecho estudios teóricos y prácticos muy interesantes, se han ideado aparatos que sirven para medir las deformaciones elásticas, y se ha definido un *coeficiente del balasto*, que es la presión en kilogramos por centímetro cuadrado, que determina un descenso elástico en la superficie de un centímetro; queda así *englobada* con la deformación del balasto, la del terreno inferior; así, dice el ponente, sería más exacto llamar á esto *coeficiente de soporte*. Discute esta cuestión teniendo en cuenta, principalmente, los trabajos de Wasintynski para definir *exactamente* ese coeficiente, tomando más bien su inverso, ó sea la deformación que resulta de una presión de un kilogramo.

Otra función del balasto, es oponerse al movimiento lateral de la vía por su masa y por los rozamientos. Para dilucidar esta cuestión, se han realizado experimentos por medio de prensas, midiendo los esfuerzos y desviaciones producidas estando la vía libre ó cargada. El rozamiento se desarrolla, principalmente, entre las caras inferior y laterales de las traviesas y el balasto, y cuanto mayor sea la carga de balasto sobre estas superficies, mayores serán las presiones y los rozamientos. Las vigas por sus cabezas y los carriles por sus costados, empujan al balasto, y cuanto mayor masa de éste se oponga al movimiento de aquéllos, su eficacia será mayor; pero no conviene aumentar lateralmente la masa del balasto, y en lugar de esto, se han buscado y experimentado el empleo de piezas auxiliares adaptadas á las extremidades de las traviesas y que vengán á *empujar* en sus movimientos á la mayor masa posible de balasto. A este respecto, queda por hacer el estudio del siguiente problema: *resistencia mínima* que se debe exigir á la vía respecto á corrimiento la-





teral, para que pueda circular con seguridad un cierto vehículo animado de velocidad determinada.

También ha de llenar el balasto la misión de oponerse al corrimiento longitudinal de la vía, así como á los movimientos de elevación que tienden á producirse, por ser los carriles á modo de vigas de varios tramos.

A veces, hay que procurar que el balasto proteja contra los hielos á los terrenos que forman la plataforma de la vía, exigiendo esto espesores variados de unos puntos á otros. Preserva, en general, á las traviesas de las acciones atmosféricas, y muy especialmente de las alternativas de sequedad y humedad, y en relación con esto (así como teniendo en cuenta los riesgos de incendio), en unas partes se cubren las traviesas con el balasto y en otras se deja al aire la cara superior.

Los inconvenientes con que se suele luchar en el empleo del balasto, se refieren á su mayor ó menor impermeabilidad, á su movilidad, al polvo que puede producir, á las acciones químicas de corrosión de las maderas y metales que puede determinar, á su arrastre por las aguas y los vientos y al desarrollo de vegetación, que unas veces se combate lo más radicalmente y otras no.

Estudiando el desgaste, lo viene á fijar, por término medio, en  $\frac{1}{12}$  de m.<sup>3</sup> al año para una sóla línea, y aprecia que viene á representar su reposición un gasto de la misma magnitud que el relativo á renovación de los carriles y de las traviesas.

Todas las consideraciones hechas anteriormente, permiten afirmar al ponente que no es conveniente la adopción de un perfil tipo, sino que éste debe determinarse en cada punto con arreglo á las condiciones geométricas del trazado, naturaleza y situación de la plataforma, clase y coste del balasto, y presenta una colección de perfiles tipos perfectamente estudiados.

Los materiales que se pueden emplear como balasto, los clasifica de este modo.

Materiales naturales.	{	Que se presentan en masas compactas.
		— en fragmentos.
Materiales artificiales.	{	Fabricados expresamente para balasto.
		Residuos de otras industrias.

Cita los experimentos de Schubert, en los que estudió las re-





laciones de diversas clases de traviesas con un mismo balasto, y de diversas clases de balasto con una misma traviesa, y que pueden servir para determinar la elección del balasto, cuando ha lugar á elegir entre varios de condiciones diferentes.

En el mismo sentido han hecho experimentos y estudios otros Ingenieros, y concluye: que en las líneas importantes, la piedra machacada y las escorias, son preferibles; que la piedra angulosa mezclada con grava ó arena, también constituye un buen balasto; que los materiales más menudos, como la arena, sólo deben preferirse para líneas poco importantes, en razón á lo que facilitan el recorrido de la vía, y las cenizas deben reservarse cuanto sea posible para las vías de servicio.

Continuando el estudio de esta materia, describe cómo se realiza el transporte y extensión del balasto, con los procedimientos especiales empleados para descargarlo directamente sobre cada parte de la vía, así como para su conservación y reposición. Las conclusiones á que llega, como resumen de todo este trabajo, han sido en parte aceptadas y en parte modificadas por la discusión, hasta llegar á las que más adelante reproduciremos.





## INFORME DE FELDPANCHE

Lo principal y más interesante de este informe, se refiere á describir los medios empleados en los Estados Unidos para transportar y extender el balasto en la vía, en qué forma se emplean las *tierras* inmediatas á la vía como balasto, empleando aparatos de excavación y extensión, y cómo con este balasto se han de adoptar perfiles especiales, y se llega hasta á dejar descubiertas las cabezas de las traviesas, á fin de facilitar la salida de las aguas.

Indica, igualmente, cómo se trata de combatir la formación de polvo por el empleo de *cenizas*, y finalmente, por los riegos con los *residuos* de fabricación de petróleos, para lo cual se forman trenes compuestos de locomotora, vagón cisterna y vagón regador, operación que ha venido á costar 264 francos por kilómetro y que se había aplicado ya á unos 4.180 kilómetros.

La dificultad de encontrar materiales que sirvan en buenas condiciones y los inconvenientes que se derivan del empleo de las tierras, ha dado origen á la preparación de balastos artificiales, de arcillas cocidas, operación que suele hacerse al lado de la vía, en pilas ó montones y utilizando tierras arcillosas que se cuezan fácilmente.

Es igualmente interesante la descripción de las máquinas empleadas para machacar la piedra, y que son de dos tipos: una á modo de molinos de nuez, y otras, con aparatos de mandíbulas. Hace estudio de instalaciones completas, que comprenden vías de descarga directa desde los vagones á las trituradoras, depósito de piedra partida, su elevación á las cribas y salida de éstas para cargar directamente en vagones los fragmentos clasificados por tamaños.

Discute el tamaño de los fragmentos que deben construir el balasto, y observa que suelen llegar á dimensiones lineales de 6 á 7 centímetros, y que el tamaño grande es un inconveniente para el arreglo de la vía y para fijar bien la alineación y altura de la misma. Hace mención de los experimentos que se realizan, á fin de determinar el tamaño más conveniente.





## NOTA DE WASINTYNSKI

A los anteriores informes, sirviéndoles de complemento, se agrega esta nota, dedicada á estudiar la deformación elástica del balasto, respecto de lo cual, se han hecho las oportunas referencias al dar cuenta del informe de Bauchal. Como anejo, se describen con todo detalle los experimentos realizados en 1898 en el camino de hierro de Varsovia á Viena, para observar las deformaciones momentáneas de la vía. No es posible dar aquí una idea, siquiera sucinta, de estos interesantes trabajos, cuyos resultados han sido tenidos muy en cuenta al discutirse este tema.

*Discusión.*

Insistió muy especialmente Bauchal en el estudio de las deformaciones elásticas del balasto, fijándose en las leyes siguientes: en cada punto la *compresión* es proporcional á la presión sufrida; esta compresión es *independiente* del grueso. La segunda ley está en contradicción con las leyes establecidas para los materiales homogéneos y con las observaciones de Wasintynski; pero, en cierto modo, puede suponerse que, como según aumenta el grueso del balasto, las presiones se reparten en superficies mayores, quizá resulten, por aumento del grueso, pequeños aumentos en las deformaciones. Las compresiones de la plataforma, quedan prácticamente comprendidas en un espesor de unos 3 m.<sup>3</sup>, y son proporcionales á un coeficiente que depende de la naturaleza del terreno, de las cargas y de una cierta función de los espesores.

Otros Ingenieros hicieron diversas observaciones, tanto dirigidas á modificar las conclusiones, como para hacer constar que en la práctica se adopta en cada línea el perfil único que parece más conveniente, que pueden emplearse materiales inferiores en la parte inferior que no está en contacto con las traviesas, y que durante la explotación, el perfil del balasto se va modificando, adaptándose á las circunstancias que se presentan en cada punto. Finalmente, se aceptan las conclusiones siguientes:

«1.<sup>a</sup> La vía propiamente dicha, sobre todo en las líneas importantes, teniendo en cuenta las condiciones actuales de la ve-





locidad é intensidad de la circulación, debe descansar sobre un soporte de una elasticidad determinada y sensiblemente uniforme. Ahora bien; como, salvo algunas diferencias en el número de traviesas y uniones, el material es el mismo en todos los puntos, mientras la consistencia de la plataforma ofrece gran variabilidad, el balasto es el que constituye el verdadero *regulador de la elasticidad de la vía* y la lleva y mantiene en un valor determinado.

2.<sup>a</sup> Conviene, en general, poner sobre las traviesas poco ó nada de balasto, contentándose con guarnecer sus extremos. Pero cuando el trazado es desfavorable, el refuerzo del perfil permite aumentar la estabilidad de la vía. En fin, puede tenerse un nuevo incremento de estabilidad mediante el empleo de diversos procedimientos accesorios.

3.<sup>a</sup> La cuestión de la limpieza de la hierba, es discutida. En los países de vegetación activa, como es muy costosa la limpieza completa, conviene segarla una ó dos veces al año, arrancándola cuando se hacen trabajos en la vía; cuando la conservación se hace por revisiones periódicas, el arranque de la hierba acompaña, naturalmente, á la revisión.

4.<sup>a</sup> La determinación del mejor perfil transversal, debe ser uno de los principales resultados del estudio del balasto.

No puede existir el perfil único, ni siquiera un número restringido de perfiles tipos. El conocimiento de las propiedades del balasto, permite tan sólo determinar racionalmente el perfil apropiado á cada sitio. Este perfil, debe variar con las redes, con las líneas, con los países, y hasta en cada línea con las circunstancias locales. Se pondrá ó no una banqueta ancha al balasto por el exterior de las curvas, según el radio y la velocidad.

Se cubrirán ó no las traviesas de balasto para preservarlas de la intemperie, según su naturaleza y el clima.

La altura total, variará con la intensidad de las heladas; la superficie se arreglará horizontalmente ó con pendientes fuertes, según que se use piedra partida ó balasto fino y poco impermeable; se establecerá ó no, un *cimiento*, según la consistencia de la plataforma.

Sin embargo, pueden formularse algunas reglas generales:

a) En una línea de trazado *fácil* sobre una plataforma roco-





sa, se pondrá de 0,25 á 0,30 de balasto por debajo de las traviesas, según la velocidad.

b/ La plataforma se dispondrá siempre para asegurar la salida de las aguas, las pendientes transversales se variarán con la impermeabilidad del balasto y la abundancia de las aguas.

5.<sup>a</sup> Lo más frecuente es no tener elección de balasto entre varios, sobre todo en líneas nuevas; pero sucede á menudo, que se puede escoger entre materiales de cantidad desigual y precio diferente.

La piedra partida, dura y no heladiza, las escorias machacadas de los hornos altos y la grava angulosa, son los mejores balastos para las líneas principales. Para las líneas secundarias, bien trazadas, los materiales finos serán, por el contrario, ventajosos, porque son de empleo más cómodo. Las cenizas se reservarán para las vías de estacionamiento ó las ramificaciones industriales. La grava extraída en seco ó bajo el agua, se podrá emplear tal como sale, ó bien cribada parcial ó totalmente, según los casos.»





## TEMA 10.º

**Corrimiento longitudinal de los carriles.**

¿Qué relación existe entre las acciones perturbadoras de las máquinas y el corrimiento de los carriles?

*Ponente.*—J. Engerth.

## INFORME DE ENGERTH

Hace notar, que aun siendo muy pocas veces peligroso el *avance* de los carriles, disminuye la estabilidad de las vías y origina grandes gastos. Cuando se le suprime mejorando las vías, siguen actuando las causas que tienden á producirlo, de suerte que hay el mayor interés en atenuarlas.

*Discusión.*

Herduer, manifestó haber observado en la línea de Paul á Larems, el avance, habiendo reconocido una gran concordancia entre la curva sinuoidal del movimiento teórico de la máquina y el avance del carril izquierdo, siendo la locomotora de construcción asimétrica.

Otros varios Ingenieros intervienen, y, por fin, se adoptan las siguientes conclusiones:

«El *avance* de los carriles es hoy combatido eficazmente por el modo de construcción y conservación de la vía y no lleva consigo inconvenientes serios.

»Resulta, del estudio detallado del avance, que las reacciones de la locomotora sobre la vía, no son perfectamente simétricas, y que el avance de un carril respecto al otro, puede explicarse, al menos, en parte, por ciertas acciones perturbadoras que se desarrollan en las máquinas. Este fenómeno, sin tener consecuencias desagradables, presenta, por lo menos, interés teórico para los Ingenieros que se ocupan de la construcción de locomotoras.»





## TEMA 11.º

## El escape y tiro en las locomotoras.

Disposiciones que tienen por objeto aumentar la vaporización, aumentando el tiro, evitar los incendios ocasionados por las carbonillas de las chimeneas, y utilizar el calor del vapor del escape.

*Ponentes.*—Querean, por los Estados Unidos.

Ekman, por Suecia y Noruega, Dinamarca y Rusia.

Sauvage, por los demás países.

## INFORME DE QUEREAN

Estudia, por separado, cada una de las tres cuestiones en que se divide el tema.

Respecto á la primera «Disposiciones que tienen por objeto aumentar la vaporización aumentando el tiro», expone lo que se practica en los caminos de hierro de América, describiendo minuciosamente las disposiciones de las distintas partes de las cajas de humos y chimeneas.

Relata los experimentos hechos por la *Master Mechanic's Association* para estudiar el escape del vapor en la caja de humos y chimenea, comparándolos y dándoles preferencia sobre análogos hechos en Europa. De estos y otros ensayos y de su estudio, deduce conclusiones que pueden concretarse de este modo: lo mejor será adoptar aquellas disposiciones que activen más el tiro, produciendo menor contrapresión en los cilindros á la salida del vapor; la caja de humos no debe ser larga; es preferible la chimenea *cónica*; la tobera de *escape* variable, admirable en teoría, ofrece inconvenientes prácticos; las rejillas, destinadas á cortar el paso de los carbones encendidos, deben ofrecer la menor resistencia posible al paso de los gases.

Respecto á los medios de evitar los incendios, dice: que la caja de humos es poco práctica como depósito de carbonillas; que los reflectores y rejillas, deben disponerse de suerte que las trituren y faciliten su expulsión.

En cuanto á utilización del calor del vapor de escape, que no se ha hecho hasta ahora más que un intento; que el proveniente de la bomba de aire, con precauciones, puede aplicarse á templar el agua del ténder.





## INFORME DE EKMAN

Conviene recordar de este informe, la descripción de un aparato usado en Suecia, que obliga á moverse, formando remolinos las carbonillas, en la base de la chimenea, donde se apagan y se reducen á polvo, siendo así arrastradas por la corriente gaseosa.





## INFORME DE SAUVAGE

Estudia muy metódicamente la cuestión, examina con gran atención los informes que le suministran las Compañías, y llega á conclusiones que, algo modificadas por efecto de la discusión, son aceptadas por el Congreso.

*Discusión.*

La discusión se mantiene, en primer término, acerca de las dimensiones de la caja de humos, que hay tendencia á *alargar* en Europa y acortar en América, indicando Gibbs acerca deesto, que siendo *pequeñas*, en general, las dimensiones de las parillas en las locomotoras americanas, lleva esto consigo una producción enorme de carbonillas, para las cuales no es posible que exista capacidad suficiente en la caja de humos, y por eso se tiende á su más completa expulsión, reduciendo su caja. Después de discutirse algunos otros puntos, se llega á formular las siguientes conclusiones:

«1.<sup>a</sup> No se puede formular regla de carácter general, para la adopción de escape fijo ó variable. En esta elección se ha de tener cuenta del servicio de las locomotoras (uniforme ó variado), del perfil de las líneas que recorren, de las cargas que remolcan, de la longitud de las etapas, de la naturaleza del combustible que se quema, de los gastos de conservación de los aparatos, y del cuidado y destreza del personal.

2.<sup>a</sup> La tobera sencilla circular, y la variable de dos válvulas móviles, parecen bastar para todas las necesidades de la práctica.

3.<sup>a</sup> Las disposiciones más complicadas pueden dar buenos resultados, pero no parecen presentar, en general, una superioridad manifiesta sobre las indicadas antes, cuando éstas están bien dispuestas.

Las toberas de escape están expuestas á obstruirse rápidamente, lo que hace difícil la conservación de mecanismos complicados; estas obstrucciones son á menudo desiguales en las toberas anulares.

4.<sup>a</sup> Las dimensiones de la tobera de escape y de la chimenea





nea, así como la posición de la tobera, pueden ser determinadas según ciertas fórmulas; pero conviene hacer comprobaciones experimentales en cada tipo de locomotora. La práctica es en este caso el único criterio seguro.

5.<sup>a</sup> Para las toberas que desembocan en la parte superior de las cajas de humos, tal como es uso corriente en Europa, parece que es bueno no elevar mucho la abertura por encima de la fila superior de tubos de humo. Cuando la tobera se abre en la parte inferior de la caja de humos, debe tener su prolongación un *petticoat*. No parece que esta disposición, que tiene algunos inconvenientes, ofrezca ventajas marcadas.

Importa mucho dar á los gases entrada amplia y fácil en la base de la chimenea. Se nota tendencia general á ensanchar ligeramente, en forma de cono, la parte superior de la chimenea.

6.<sup>a</sup> La longitud de la caja de humos, puede llegar y pasar de 2 metros, sin que resulte acción desfavorable sobre el tiro. Las cajas grandes, pueden servir para recoger las carbonillas; la chimenea, debe entonces colocarse hacia atrás; pero conviene (si no se hace uso de las pantallas), que esté bastante lejos de la placa tubular, para que los gases se repartan bien en todos los tubos. Si no se quiere recoger las carbonillas, puede reducirse la longitud próximamente á 1,50, según la tendencia que se nota en América.

7.<sup>a</sup> Los aparatos destinados á detener los carbones encendidos, son rara vez eficaces, sin que molesten al tiro. Habría, pues, interés en reducir su empleo y simplificarlos cuanto lo permitan la calidad del combustible y la naturaleza de las regiones que se cruzan.

8.<sup>a</sup> De todos los aparatos destinados á utilizar el calor perdido, no hay más que el inyector con vapor del escape, que tenga hoy aplicación frecuente; este aparato, parece producir una pequeña economía de combustible y facilitar la conducción de la máquina.





## TEMA 12.º

**Locomotoras de los trenes de velocidad muy grande.**

Progresos realizados en la construcción de las locomotoras de velocidad muy grande (90 ó más kilómetros), y especialmente en los motores de los trenes rápidos muy cargados, y que recorren líneas accidentadas. Empleo de la disposición *Compound*.

*Ponentes.*—Bousquet y Herdner.  
Riches, por Inglaterra.  
Slack, por los Estados Unidos.

## INFORME DE BOUSQUET Y HERDNER

Observan los autores de este informe, que en los países en que no se habla el inglés, son pocos los trenes que circulan con marcha media de 90 ó más kilómetros, y que éstos más bien son ligeros que pesados, y recorren líneas de pendientes suaves. Han debido, por lo tanto, hacer objeto de su estudio trenes que no alcanzan en todo su recorrido aquellas velocidades, y consideran las máquinas clasificadas, según que tengan acoplados 2 ó 3 ejes y según que en ellas se adopte ó no la disposición *Compound*. Toman, como punto de partida, para estudiar los progresos realizados, lo que existía en 1889, en cuya época las mayores marchas que podían considerarse, eran de 70 kilómetros por hora.

Para sus estudios, han reunido datos suministrados por varias Compañías de Austria-Hungría y Bélgica, Francia, Holanda, Italia y Suiza, y exponen, en primer término, cuáles son los motores de gran velocidad empleados en 1899; recuerdan, luego, los de 1889, y formulan conclusiones que se desprenden de la comparación de unos y otros.

Describen las condiciones de velocidad y carga de los trenes rápidos, así como trazado que recorren en los países citados. Se describen también, minuciosamente, los principales tipos de locomotoras modernas de gran velocidad. Y en la imposibilidad de dar idea sucinta de todo este cúmulo de reseñas y datos, extractaremos tan sólo los progresos realizados desde 1889 á 1899.

En la primera época, no excedía la marcha de 75 kilómetros por hora, y hoy se alcanzan velocidades de 95 á 100 kilómetros. Antes, los trenes pesados como de 250 toneladas, se remolcaban





á velocidades de 65 kilómetros, y ahora los pesos llegan hasta 300 toneladas, y las velocidades á 75 kilómetros. En las líneas de trazado accidentado, el aumento de la marcha en las rampas ha llegado á ser de  $\frac{70}{100}$ . Todo esto se ha conseguido aumentando la potencia de las calderas, aprovechando mejor el vapor y mejorando la estabilidad de los motores.

Para aumentar la potencia de las calderas, se ha aumentado la superficie de las parrillas, modificándose, muy especialmente, el sistema de construcción de los hogares; los tubos se han acortado aumentando las presiones, elevándolas de 12 á 14, 15 ó 16 kilogramos por cm.<sup>2</sup> Aquí ha venido á influir, favorablemente, facilitando la construcción, el empleo del hierro fundido (acero dulce). Respecto á disposiciones que aseguran la *sequedad* del vapor, se notan, en general, menores progresos.

La aplicación generalizada de la disposición *Compound*, es sin duda la más importante. A este sistema, se reprocha que no se presta á aumentos de marchas considerables, cualesquiera que sean las condiciones del trazado durante grandes recorridos. De todas suertes, parece, hasta ahora, que á medida que la velocidad aumenta, disminuyen las ventajas de aquella disposición. Se nota también preferencia por establecer cuatro cilindros que actúan sobre dos ejes motores.

Recuerdan, que para el mecanismo distribuidor, se usa mucho la disposición de Walschaert, y las correderas que más empleadas son las de *concha*.

Se generaliza el empleo de ligas *blancas* para todas las partes sujetas á rozamientos; y en algunas Compañías se atenúa la resistencia opuesta por el aire, estudiando la forma del frente de la máquina.

El aumento de estabilidad se consigue por la mayor longitud sobre que se reparten los pesos, evitando las masas en voladizo por el empleo del *avan-tren* móvil.





## INFORME DE RICHES

Hace constar, que no ha reunido tantos datos como deseaba, pues no todas las Compañías á que se ha dirigido han dado contestación, ó ésta ha sido completa á todo el cuestionario. Sin embargo, acompaña datos muy numerosos y precisos.

Observa, que las velocidades que exceden de 90 kilómetros (56 millas), son muy raras en los ferrocarriles británicos; en muchos de ellos se alcanza marcha mayor en algunos trayectos, pero la velocidad media entre las estaciones no llega á aquel valor. En las líneas de pendientes más suaves, se emplean con éxito máquinas de ruedas relativamente pequeñas, pero de gran peso adherente y grandes calderas.

Resulta de los datos consignados en el informe, que para los trenes de viajeros pesados que recorren líneas algún tanto cacidentadas, es corriente la máquina de cuatro ruedas motrices acopladas y avan-tren de cuatro ruedas. Cuando, por el contrario, se trata de cargas moderadas y sobre línea de trazado suave, la locomotora de ruedas motrices independientes tiene partidarios. El ponente, cree en todos casos preferible el primer tipo indicado.

Consigna, que necesitan estas locomotoras una gran potencia de vaporización, á lo que obedecen las disposiciones de los hogares y calderas.

En cuanto al diámetro de las ruedas, parece que se nota tendencia á reducirlo.

Las presiones altas, se generalizan sin que pueda preverse hasta dónde se llegará en este punto.

Se emplean por algunas Compañías las calderas del tipo Bel-paire, que satisfacen bajo el punto de vista de reproducción del vapor, pero no están suficientemente experimentadas para formar de ellas juicio completo.

En vista del aumento constantemente exigido por el público, en cuanto á pesos y velocidades de los trenes, opina, que se aproxima una revolución completa en lo que concierne á la tracción de los trenes expresos, siendo probable que juegue en esto papel principal la electricidad.

Cita, por último, las locomotoras más recientemente construí-





das, montadas sobre diez ruedas, seis de ellas acopladas y de diámetros que alcanzan á 2,21 metros.

*Discusión.*

En la discusión de este tema, poco nuevo se añade á lo expuesto por los ponentes en su informe, y se acuerda, al fin, la conclusión siguiente:

«Se toma acta de los datos importantes contenidos en los informes. Se estima, que las velocidades muy grandes exigen el empleo de locomotoras extremadamente poderosas que permitan no retardar demasiado la subida de las rampas. Se hace constar el empleo general de locomotoras de dos ejes acoplados, para los trenes de mayor velocidad, y para algunos bastante rápidos, la tendencia al empleo de tres ejes acoplados.

»Se hace constar, además, que el sistema *Compound* se emplea cada vez más en los trenes de gran velocidad».





## TEMA 13.º

**Estabilidad de los ejes de las locomotoras.**

Medios de aumentar la estabilidad de los ejes en marcha. Influencia combinada de los resortes de gran flexibilidad y de los balancines compensadores sobre la conservación de las cargas estáticas.

*Ponente.*—Dassesse.

## INFORME DE DASSESSE

Se limita el estudio hecho á la influencia de los resortes de gran flexibilidad y de los balancines compensadores.

Indica, que sólo por excepción se usan resortes cuya flexibilidad exceda de 8 ó 9 mm. por tonelada, siendo notables los de las locomotoras de Belpaire, sin flecha inicial. En general, la flexibilidad por tonelada, disminuye á medida que la carga aumenta; el engrase de las láminas de los resortes es ventajoso. En Bélgica, han notado aumento en los movimientos de galope de las locomotoras, y lo contrario en otras partes.

Examina, luego, la acción y funcionamiento de los balancines, que llevan consigo ventajas que no siempre se realizan de un modo completo en la práctica, y formula conclusiones que son discutidas.

*Discusión.*

Se mantiene esta discusión, principalmente, acerca del empleo de los balancines compensadores, que unos Ingenieros consideran poco necesarios, y otros, sobre todo en trazados accidentados, muy convenientes, y se llegan á formular las siguientes conclusiones:

«Los balancines son útiles, sobre todo, en las líneas accidentadas ó sinuosas, para evitar grandes variaciones de repartición de pesos á la entrada de las curvas y en los cambios de rasantés. Sobre las líneas poco accidentadas, con vías bien cuidadas, la experiencia prueba que las locomotoras sin balancín pueden circular en muy buenas condiciones.

»Los resortes de gran flexibilidad, tienen aplicación muy limitada en las locomotoras».





## TEMA 14.º

**Doble tracción.**

¿Cuáles son las condiciones de explotación en que puede ser útilmente empleada la doble tracción para los trenes de gran velocidad (velocidades reglamentarias y velocidades normalmente alcanzadas, cargas máximas, rampas y curvas principales?)

Ponentes—Antochine.

Abdes.

Lanerenon.

## INFORME DE ANTOCHINE

Recuerda este ponente, que la doble tracción se estableció desde la inauguración de la primera línea rusa (Ysars Koé-Sélo), en Octubre de 1837, lo cual fué debido á que, no estando instaladas las placas giratorias para las locomotoras, se enganchaban dos locomotoras á cada tren, que funcionaban alternativamente según cambiaba la dirección de la marcha, y sólo en cada caso la que marchaba á la cabeza. Se continuó empleando, después, las dos locomotoras, pero haciendo funcionar también á la de cola; pero ocurrió un descarrilamiento debido á la rotura de una llanta, y éste tuvo más desastrosas consecuencias por la acción de la locomotora de cola, que continuó empujando al tren. Se abrió una información, y la consecuencia, fué que una orden imperial prohibió la doble tracción.

El conocimiento más perfecto de la técnica de la explotación, fué causa de que otra vez se estableciera, y se ha generalizado de tal modo, que en algunas líneas rusas se practica en un 25 por 100 del recorrido de los trenes de viajeros. Ordinariamente, la segunda locomotora se coloca á la cabeza del tren; pero en algunas líneas, se coloca á la cola, y aun, á veces, se colocan dos á la cabeza y una á la cola que no va enganchada al tren.

Examina cuantas circunstancias pueden influir en la doble tracción, pendientes, radios de curvas, velocidades, modo de formar los trenes, alimentación de agua, etc., y llega á las siguientes conclusiones, que resumen su opinión en la materia:

1.ª La doble tracción se emplea en los caminos rusos y no





provoca ningún temor, desde el punto de vista de la seguridad y regularidad en la marcha de los trenes.

2.<sup>a</sup> En los casos excepcionales, para recorridos cortos, pero de perfil difícil, la doble tracción presenta utilidad real, y entonces la segunda locomotora se coloca, indiferentemente, á la cabeza ó á la cola, observando las reglas establecidas por la experiencia, sobre todo, respecto á velocidades.

3.<sup>a</sup> En cuanto al pedido de nuevas locomotoras, es preciso dar la preferencia al tipo que permita asegurar el servicio con simple tracción.





## INFORME DE ABELES

Hace notar, la dificultad de contestar en términos generales que es preferible ó recurrir á la doble tracción, ó acudir al empleo de máquinas suficientemente poderosas en tracción simple. En general, los gastos que ocasiona la máquina de refuerzo, son mayores que los que lleva consigo una máquina única más poderosa; pero no siempre se dispondrá de tales máquinas, y si su potencia no es utilizada más que en una sección corta de su recorrido, no es conveniente su empleo. A veces, antes que aceptar la doble tracción, se dividen los trenes.

Reproduce los argumentos conocidos á favor de la colocación de la máquina de refuerzo á la cabeza ó á la colá, y cita la disposición en ensayo en los ferrocarriles bávaros, de locomotoras con un eje de refuerzo, que se puede llevar elevado ó descender sobre la vía, siendo entonces movido por una máquina especial, aumentándose de este modo la potencia de la locomotora en los trayectos en que sea necesario.





## INFORME DE LANERENON

Después de examinados los datos que ha reunido de muchas Compañías, discute los casos en que se justifica la doble tracción en largos recorridos ó secciones cortas, y llega á formular conclusiones, que, adicionadas con algunas más, fueron aceptadas por el Congreso.

*Discusión.*

La discusión se mantiene, principalmente, acerca de los riesgos que puede producir la doble tracción, dándose cuenta de una nota de Vicaire, en la que se expone, que, en caso de apretarlos frenos de la primera locomotora, el primer eje de la segunda, puede quedar exageradamente descargado, ocasionando esto descarrilamientos, teoría con la que no se muestran conformes muchos Ingenieros.

Se adoptan, finalmente, las conclusiones siguientes:

«El empleo de la doble tracción, en general, es decir, de dos máquinas á la cabeza de los trenes en una línea cualquiera, hasta para los más rápidos, cuando por un motivo cualquiera, el remolque de este tren no puede realizarse convenientemente por una sola máquina, es de uso corriente en muchas redes.

Esta práctica no parece presentar ningún peligro para la seguridad, pero con la condición terminante de que cada una de las dos máquinas empleadas pueda alcanzar aisladamente, sobre las líneas consideradas, sin ningún inconveniente, la velocidad máxima que pueda ser realmente alcanzada por el tren.

El poner en marcha trenes muy largos, remolcados por dos máquinas, presenta inconvenientes para el servicio de viajeros, bajo el punto de vista de la buena utilización de las máquinas, de la rapidez de las paradas, de las probabilidades de rotura de enganches, de la alimentación de las locomotoras y del servicio de las estaciones.

Tales trenes, están más expuestos que los demás á sufrir retrasos. En principio, es preferible desdoblar los trenes cuando se puede asegurar eficazmente la protección del primer tren contra el que le sigue á pequeña distancia, y cuando las condiciones de la explotación permiten hacer fácilmente este desdoble-





miento. Cuando no es así, se puede recurrir útilmente á la doble tracción.

Háy también interés en admitir la doble tracción para evitar la circulación de máquinas aisladas.

El empleo de una segunda máquina como refuerzo en una sección de línea, en donde la tracción es notablemente más difícil que en el resto de la línea, es de un uso frecuente y hasta normal en casi todas las redes; es un modo de tracción corriente y racional.

El refuerzo por la cola, puede darse en algunos casos especiales.»





## TEMA 15.º

**Purificación de las aguas de alimentación de las locomotoras, y desincrustantes.**

- A.—Procedimientos empleados para la purificación de las aguas de alimentación de las locomotoras.  
B.—Empleo de materiales desincrustantes. Aparatos especiales para combatir la formación de las incrustaciones.

*Ponente.*—Aspinall.

## INFORME DE ASPINALL

Reune, metódicamente, los datos que le han comunicado las Compañías en contestación á un cuestionario detallado.

Indica, cuáles son las circunstancias que ordinariamente forman las incrustaciones, de cuyo conocimiento deriva el método de purificación que pueda adoptarse, y que puede ser de una de las dos clases siguientes:

*Clase 1.ª*—Tratamiento químico.

*Clase 2.ª*—Eliminación de una parte de las materias incrustantes por caldeo del agua.

Las substancias que importa considerar, son los carbonatos de calcio y magnesio y los sulfatos de los mismos metales. Algunos, prescinden del sulfato de magnesio; pero como á temperaturas elevadas reacciona con el carbonato cálcico, su presencia debe tenerse en cuenta. El cloruro y nitrato de magnesio hacen á las aguas muy corrosivas.

Los carbonatos de calcio y magnesio, que están en disolución, merced á un exceso de ácido carbónico, se precipitan empleando bases como la cal y la sosa, y esta última base se emplea para precipitar la magnesia del sulfato, cloruro ó nitrato. Las instalaciones se hacen en forma muy variada, para realizar esas reacciones y decantar ó filtrar las aguas y purificarlas.

En el estudio de las incrustaciones, se observa la presencia de los carbonatos de calcio y magnesio y varias sales de hierro, aluminio, silicatos y materias orgánicas. En las locomotoras en que se cambia con frecuencia la naturaleza del agua de alimentación, las circunstancias no son homogéneas, y ha de llamar la atención el que, cuando este cambio es frecuente, las incrustaciones son menos adherentes: hecho utilizado en algún ferrocarril.





Los desincrustantes, se introducen unas veces en la caldera, después de cada lavado, y otras, en el ténder, y actúan unas veces química y otras mecánicamente. La mayoría de los desincrustantes, contienen carbonato sódico ó sosa caústica: otras veces, se emplean materias ó materiales orgánicos (patatas, virutas, tanatos, tanino, varias infusiones, etc. ....); el petróleo se usa también, sobre todo, en Austria y Rusia. Los desincrustantes que pueden dar buen resultado en el primer momento, á veces *parece* que atacan á las juntas porque las limpian; cuando pueda haber materias ácidas, el empleo de las disoluciones alcalinas es muy conveniente, y á veces es eficaz, si se han de usar aguas que contengan materias orgánicas, empezar por usarlas *calizas*, que den una ligerísima incrustación, que luego es eficaz para evitar las corrosiones.

Estas corrosiones se atribuyen á diversas causas, como á la presencia de materias ácidas (incluso el ácido carbónico), acciones galvánicas, alteraciones locales del metal por su perforación ó moldeos, martillado, etc., rozamientos con los aparatos de limpieza, presencia de materias grasas (que dan fácilmente ácidos grasos), y acción del hierro sobre el agua á temperaturas altas.

El empleo del cinc en bloques, que da lugar al desprendimiento de hidrógeno, el cual evita que sean adherentes las incrustaciones, tiende á abandonarse, ó por caro ó por no dar buen resultado.

#### *Discusión.*

En la discusión, insistió el ponente sobre los inconvenientes que resultan del uso de aguas impuras, recomendando, por tanto, la purificación previa. Los demás Ingenieros que intervinieron, se mostraron esencialmente conformes con él, añadiendo poco nuevo (el practicarse en Asia la previa destilación y el uso del aluminato de barita, como purificador), y se llegó, por último, á la siguiente conclusión:

«Es muy útil purificar, previamente, las aguas destinadas á la alimentación de las locomotoras siempre que no sean suficientemente puras, á fin de mejorar el funcionamiento de las calderas, reducir los gastos de lavado y reparación, así como los perjuicios que resultan.»





## TEMA 16.º

**Empleo del acero y del hierro fundidos en la construcción del material de tracción y transporte.**

*Ponentes.*—Durant.  
Focsyth.

## INFORME DE LOS PONENTES

Ponen de relieve la importancia tomada por la aplicación del acero ó hierro fundido en la construcción del material de tracción y transporte.

En las calderas, la chapa de acero resulta más resistente, más homogénea y más barata que la de hierro; el acero al níquel se ensayó algo. Generalmente, se emplea el acero Martín, y las chapas se reconocen y ensayan con la mayor escrupulosidad. Igualmente se emplean los aceros en la confección de casi todas las piezas del mecanismo (excepto algunas de la distribución), ejes y llantas. En el material de transporte, se usa casi exclusivamente en llantas y ejes, y los bastidores, enganches y otras piezas de detalle, unas veces se hacen de un material y otras de otro.

En América, es frecuente el empleo de acero al níquel, para las piezas de forja. Finalmente, el acero moldeado va sustituyendo en muchos casos al hierro colado.

Las condiciones para recepción de estos aceros, no están uniformadas; sin embargo, puede decirse, por ejemplo, que para las calderas se exigen cargas de rotura que están comprendidas entre 35 y 50 kilogramos por mm.<sup>2</sup>

*Discusión.*

Después de una ligera discusión, se aprueban las siguientes conclusiones:

«El acero, es hoy día exclusivamente empleado en la construcción de las calderas y hogares, en América, al menos, para las locomotoras que han de funcionar en ese país.

»En los demás países, casi todas las calderas se construyen de acero; pero los hogares pocas veces.





»No se han señalado exactamente las corrosiones y duración relativa de las calderas de hierro y acero; pero parece demostrado, que la duración de las chapas de acero no será inferior á las de hierro.

»Las llantas de locomotoras y vagones son hoy día todas de acero. Los ejes rectos, casi exclusivamente de acero. Los acodados, siempre de acero. El acero, y á veces el de níquel, se emplean para la mayor parte de las piezas del mecanismo.

»El acero moldeado, se emplea, de modo general, en la construcción de locomotoras y vagones, para reemplazar ventajosamente á las piezas de fundición, algunas forjadas, como las ruedas, piezas de ensamblajes y hasta á las piezas de bronce.





## TEMA 17.º

**Frenos y enganches de carruajes y vagones.**

- A.—Progresos recientemente realizados en los aparatos de frenos de carruajes y vagones.
- B.—Progresos recientemente realizados en los aparatos de enganche de carruajes y vagones.
- C.—Ensayos de adaptación de los enganches centrales automáticos al material europeo, conservando los dos topes laterales.

*Ponentes.*—Doyen.

Wes.

Schützenhafer.

## INFORME DE LOS PONENTES

Se describen en estos informes, minuciosamente, las disposiciones usuales de los frenos de los diversos sistemas, así como los enganches ordinarios de Europa y centrales automáticos de América. Se estudian las condiciones de los frenos ordinarios, sobre todo, para que no produzcan presiones excesivas sobre las llantas, así como las disposiciones de las garitas de los guarda-frenos, que se han mejorado considerablemente, usándose de cada vez más la garita completamente cerrada. En Inglaterra, se procura que los frenos de palanca se puedan maniobrar desde los dos extremos del carruaje. En los frenos continuos, se notan grandes diferencias en cuanto á las presiones ejercidas por las zapatas sobre las llantas; en los trenes pesados, influye la clase de enganches y desfavorablemente cuando éstos son continuos. La aplicación de estos frenos continuos á los trenes de mercancía, es general en los Estados Unidos, y muy rara vez en Europa.

En los Estados Unidos hay tendencia á establecer un aparato tipo de enganche, sujeto á condiciones bien estudiadas; también en el material de viajeros se emplean los topes laterales.

En Europa, desde hace algunos años, se refuerzan los enganches y se hacen ensayos del sistema de enganche central automático.





*Discusión.*

Versó la discusión, principalmente, sobre la aplicación de los frenos continuos á los trenes largos y de mercancías, los enganches continuos ó discontinuos, y sobre las ventajas é inconvenientes de los automáticos, llegándose, después de larga discusión, á las siguientes conclusiones:

«Se han realizado, recientemente, algunos progresos en los frenos continuos, que se han aplicado á trenes mixtos; pero ningún sistema parece todavía aplicable de una manera general y en práctica corriente á los trenes largos de mercancías.

»Parece que son más de temer las roturas de los enganches en las barras de tracción continuas, que con los enganches discontinuos.

»Se hace constar, que muchas Compañías han añadido, sin inconveniente, zapatas para actuar sobre el eje del medio, en los vehículos de tres ejes, á fin de aumentar todo lo posible el peso que se refrena en los trenes.

»Es de desear que continúen los ensayos de los diversos sistemas de enganches.»





## TEMA 18.º

**Capacidad de los vagones de mercancías.**

Estudio de la capacidad que se ha de adoptar para los vehículos de mercancías, teniendo en cuenta los gastos de adquisición, explotación y tracción, naturaleza del tráfico, la importancia de las expediciones por vagón, corrientes de transporte, etc.

*Ponentes.*—Olivier.  
Owens.  
Mars.  
Biorrd y Sholler.  
Loree.

## INFORME DE LOS PONENTES

Las Compañías les han suministrado datos que consignan con el mayor orden y claridad y de los que deducen consideraciones generales.

Se nota la evolución que se ha producido en estos últimos años, pues siendo hace poco corriente la carga de 10 toneladas, se construyen hoy *corrientemente*, en Europa, con capacidad para 12, 15 y 20 y se ensayan de 30. Al mismo tiempo, se aumenta la *capacidad del volumen*. La reforma del material antiguo para aumentar la carga, es fácil, pero no lo es si se trata de aumentar el volumen, lo cual se procura muchas veces con el material nuevo. Es indudable, que bajo el punto de vista técnico, conviene este aumento de capacidad de los vagones, pues disminuye, en proporción, el peso muerto transportado, y el precio de construcción y coste de conservación disminuye también á la unidad de carga. Probablemente, también hay ventaja para la tracción, y sin duda, en general, se facilitan las maniobras en las estaciones.

En los Estados Unidos, donde hace más tiempo se avanza en el sentido este de aumentar la capacidad de los vagones, y se ha llegado más lejos, pues se suelen calificar de grandes, sólo cuando su longitud excede de 11 metros y admiten más de 27 toneladas de carga, llegando á veces esta á 50 toneladas.





*Discusión.*

Conformes esencialmente todos los Ingenieros en el criterio de los ponentes, se hacen diversas indicaciones, como por ejemplo: respecto al empleo en Rusia de vagones que cargan 35 toneladas, montados sólo sobre dos ejes; que de cada vez es más frecuente el caso de tener que cargar piezas de grandes pesos, como de 30 á 40 toneladas; y que á veces, por las costumbres comerciales de algunas regiones, puede ser más conveniente para hacer fácilmente el servicio, el empleo de vagones pequeños.

Se adoptan las conclusiones siguientes:

«1.<sup>a</sup> El aumento de capacidad del material, presenta ventajas ciertas, bajo el punto de vista técnico.

2.<sup>a</sup> Solamente las consideraciones relativas á la explotación técnica y comercial, propias de cada red, permiten decidir si conviene proceder á este aumento y fijar los límites que se deben adoptar en cada caso.»





## TEMA 19.º

**Tracción eléctrica.**

- A.—Ensayos de la tracción eléctrica sobre los caminos de hierro de vía ancha.  
B.—Empleo de la tracción eléctrica en los caminos de hierro económicos.

*Ponentes.*—Heft, por los Estados Unidos.  
Auvert y Mazen.

## INFORME DE HEFT

Recuerda, en primer término, que la competencia de los ferrocarriles económicos de tracción eléctrica, hizo pensar en aplicar esta misma clase de tracción á las grandes líneas que tenían que preocuparse preferentemente del transporte de viajeros, y la primera que hizo este ensayo, fué la Compañía de «New-York, New-Haven, etc., Hartford Railwad», en 1895, que dió buen resultado, y el sistema se fué extendiendo hasta el punto que, ya con conductor aéreo y trole, ó ya con el tercer carril, indica este informe que se explotan en los Estados Unidos con tracción eléctrica varios tramos que suman unos 100 kilómetros.

Así, de los resultados obtenidos deduce, que en las grandes líneas puede sustituirse la tracción ordinaria por la eléctrica, y que no resultan inconvenientes, y sí más bien ventajas en cuanto al movimiento de los trenes; que pueden emplearse trenes tan cargados como en la tracción de vapor. De tres modos se emplea la tracción eléctrica: con locomotoras especiales y vehículos ordinarios, sistema que conviene cuando los trenes son pocos, sobre todo si son de mercancías, ó se trata de servicios *directos*; colocando los motores en coches de viajeros, que así dispuestos sirven como locomotoras, sistema que es económico y conveniente cuando se hayan de formar muchos trenes, éstos sean ligeros y su velocidad moderada, siendo los trayectos entre parada y parada relativamente largos; proveyendo de motores á todos ó varios de los carruajes y gobernándolos todos esos motores por un solo agente, que puede ir, por ejemplo, en el primero, pues de este modo puede hacerse un servicio muy rápido aun que haya paradas frecuentes.

Con la tracción eléctrica, la marcha del tren puede acelerar-





se más rápidamente, pueden disponerse sin dificultad los frenos continuos y toda clase de señales ópticas y acústicas; aun los que reciben la corriente por el tercer carril, pueden funcionar provistos de quita-nieves y escobillas durante la temporada de hielos y nieves, engrasando á veces el carril para evitar que el hielo se adhiera.

En cuanto á la transmisión de la energía eléctrica, expone: que el trole aéreo es más costoso de instalar y conservar que el tercer carril, el trolé subterráneo es aún más costoso y ofrece dificultades serias en su saneamiento; cuando la distancia de transmisión es inferior á 20 ó 25 kilómetros, se emplean corrientes continuas, en otro caso se emplean alternativas; por las dificultades del *arranque*, las corrientes alternativas exigen convertidores rotatorios para transformarse en continuas, y cuando se resuelva el problema de perfeccionar convenientemente el motor de corriente alterna, se realizará una economía notable en la transmisión á grandes distancias, y la tracción eléctrica será aplicable á las grandes líneas directas.

Las maniobras se hacen, en general, rápida y fácilmente con el tercer carril y más lentamente y con mayores precauciones con el trole.

La calefacción eléctrica es onerosa, el alumbrado, en cambio, resulta más barato que con los sistemas ordinarios.

Tanto porque los motores son rotatorios, como porque no hace falta forzar las cargas sobre los ejes-motores, con la tracción eléctrica se fatiga menos la vía.

Desde 1883, se ensayó sustituir en los tranvías la tracción animal por la eléctrica, y los resultados han sido completamente satisfactorios desde 1893, determinándose rápidamente la sustitución de un motor por otro.

El desarrollo de los ferrocarriles económicos eléctricos, ha sido verdaderamente asombroso. La primera línea de alguna importancia, fué terminada en 1889, y en 1899 había más de 25.000 kilómetros en explotación, que transportan al año más de 3.000 millones de viajeros. En estas vías, los carriles resultan muy fatigados por el gran número de trenes que sobre ellos circulan, y como en muchos trayectos no pueden mantenerse limpios, el desgaste es muy grande, circunstancias que deben tenerse en cuenta para determinar el tipo de carril que se debe adoptar.





El empleo de acumuladores, que sería muy racional, no se ha generalizado para facilitar y mejorar la distribución de la energía eléctrica por los inconvenientes que ofrecen hasta ahora.

En los primeros ensayos de tracción eléctrica, se emplearon dos troles, pero pronto se llegó á la disposición corriente de utilizar, como segundo conductor de la corriente eléctrica, la vía. Pronto se aplicó también el sistema del tercer carril en estos ferrocarriles económicos, y por fin, en algún caso, se alojan los conductores positivo y negativo en un *canalizo*, lo cual da lugar á gastos de instalación tan considerables, que no pueden sufragarse más que en el interior de las grandes poblaciones.

Hace notar, la atención que merece el estudio circuito de *vuelta*, y cómo se han perfeccionado por tal motivo las juntas de los carriles.

Observa, que se han ido perfeccionando los motores, sobre todo para facilitar la transmisión del movimiento al eje de las ruedas, y que se ha aumentado su potencia desde 5 caballos hasta 35, 40 ó 50.

Discute las condiciones de los vehículos montados sobre cuatro ó sobre ocho ruedas, mostrándose decidido partidario de lo último, repartiendo las ocho ruedas en dos carretones. Respecto á las ruedas, se muestra partidario, para aumentar la *seguridad* en la explotación, de aumentar su diámetro y la saliente del reborde.

En estos ferrocarriles económicos y tranvías, ha habido necesidad de preocuparse de los frenos, y se aplican tanto los ordinarios, como los de aire, como eléctricos, en los que se utilizan los mismos motores, que por maniobra de una palanca se aíslan de la línea y quedan convertidos en generadores, cuyo circuito de pequeña tensión queda cerrado por el imán del freno.

La iluminación con lámparas incandescentes se hace cómodamente, y la calefacción, también eléctrica, se usa, aunque sea algo más cara que por los medios ordinarios.

Termina el informe (que va acompañado de datos numerosos é interesantes), indicando, que si los ferrocarriles económicos han podido venir á hacer la competencia á las grandes líneas, éstas, á su vez, podrán hacérsela á aquéllos, gracias á la adopción de la tracción eléctrica.





## INFORME DE AUVERT Y MAZEN

Recuerdan las formas distintas en que se aplica la tracción eléctrica y hacen mención de los casos en que, por evitar los gastos de instalación de las líneas de conductores, se han hecho ensayos con acumuladores ó con generadores de corrientes, montados en el mismo tren.

El empleo directo de las corrientes alternas en los motores de tracción, instalados en locomotoras eléctricas ó en los carruajes automotores, presenta la ventaja de poder emplear transformadores estáticos, muy sencillos y convenientes para reducir la tensión de las corrientes que hasta ellos pueden ser conducidas con economía. La dificultad de variar las velocidades y el ser de conservación delicada estos motores, hace que no se usen muchas veces, siendo preferibles los de corrientes continua, que presentan condiciones en cierto modo contrarias.

La transmisión se hace *directamente* á los ejes motores ó por medio de engranajes que modifican la velocidad angular. De todas suertes, hay que estudiar y adoptar los medios conducentes á evitar los efectos de las reacciones, debidas á las desigualdades de las vías.

Recuerda luego este informe los medios empleados para *regular* la marcha de estos motores, y que son de dos categorías, según que todos los cables que los alimentan se reúnen en un sólo aparato de gobierno, ó son varios los grupos de motores, cada uno con su regulador, pero gobernados todos ellos á distancia por medio de un aparato maniobrado por el maquinista; uno y otro sistema tienen su aplicación adecuada, según el sistema de explotación. Cualquiera que sea el sistema, se nota en ellos falta de elasticidad, y los ensayos modernos se dirigen á obtener, sin cambios bruscos, variaciones en la velocidad y en el esfuerzo de tracción.

Termina este informe con una serie de notas descriptivas de las principales instalaciones de tracción eléctrica en Europa.

*Discusión.*

La discusión versó, principalmente, sobre la posibilidad de extender la tracción eléctrica á los trenes pesados, sobre la difi-





cultad de establecer velocidades diversas, sobre el empleo directo de corrientes de tensión elevada, y sobre la dificultad actual de decidir respecto á la parte económica de la cuestión.

En resumen, se formula la conclusión siguiente:

«El Congreso, hace constar, que los progresos realizados en la tracción eléctrica, permiten adoptarla en ciertas líneas de condiciones especiales, técnicas ó económicas. No puede, sin embargo, considerarse como ventajosamente resuelto el problema de esta aplicación para responder á todas las necesidades de la explotación, sobre todo cuando se trata de remolcar trenes pesados á gran velocidad en largos recorridos.»





## TEMA 20.

## Carruajes automóviles.

Empleo de los carruajes automóviles (vapor, petróleo, electricidad), para la explotación de las líneas de vía ancha, pero de poco tráfico.

*Ponentes.*—Keromnes.

Lechelle.

Sartiaux.

## INFORME DE LOS PONENTES

Contestando al cuestionario dirigido por los ponentes á las Compañías, para estudiar este tema, solamente siete han dado noticias de los sistemas de carruajes automóviles que emplean y de los que dan cuenta.

La cuestión ofrece el mayor interés. A favor del vapor, militan algunas ventajas; pero la electricidad se halla muy á punto de resolver la cuestión de un modo plenamente satisfactorio, siendo lo más frecuente acudir al empleo de acumuladores eléctricos.

En suma, estos vehículos parecen llamados á generalizarse en muchos casos, no sólo en las líneas de poco, sino hasta en las de mucho tráfico.

*Discusión.*

Se mantiene la discusión, acerca de si están ó no suficientemente ensayados esta clase de carruajes, pareciendo á algunos demasiado optimistas las opiniones de los ponentes, llegándose á formular las siguientes conclusiones:

«El empleo de los carruajes, sea *automóviles*, sea *automotores*, ha sido muy limitado hasta ahora; pero parece interesante extender su empleo para determinar los servicios que puede prestar, no sólo sobre las líneas de pequeño tráfico, sino también sobre las de circulación activa.

»Es de desear que las administraciones de caminos de hierro continúen estos ensayos.

»El Congreso expone el deseo de que se simplifiquen todo lo posible las disposiciones reglamentarias vigentes, de modo que se facilite el empleo económico de los carruajes automóviles y automotores.»





## TEMA 21.

**Iluminación de los trenes.**

Perfeccionamientos recientes en el alumbrado de los trenes (alumbrado eléctrico, acetileno, mechero Auer, etc).

*Ponentes.*—Chaperon y Herard.  
Banovits.

## INFORME DE CHAPERON Y HERARD

Reunidos muchos datos suministrados por las Compañías, describen metódicamente los sistemas de iluminación empleados en los trenes.

Los aparatos de aceite y petróleo se han perfeccionado en todos sus detalles y se ha aumentado su número en los carruajes; y además, se emplean los alumbrados por medio de gases y por la electricidad.

Con los aceites y petróleos, los gastos de instalación son reducidos, pero en cambio se necesita mucho personal que cuide de las luces y lámparas, y se ha de vigilar mucho la calidad de los aceites y las mechas: en suma, el precio total por hora y lámpara es bastante elevado.

Las iluminaciones por medio del gas, exigen instalaciones costosas en los carruajes, y muchas veces en las estaciones. Sin embargo, se ha generalizado bastante porque las lámparas son más fáciles de limpiar y conservar, hay gran facilidad para variar la intensidad de la luz y la carga de gas en los aparatos es operación rápida y sencilla. Al gas ordinario de alumbrado, se ha tratado de incorporar diversas substancias para aumentar su poder lumínico, siendo para esto de buen resultado la adición de  $\frac{1}{4}$  de acetileno.

Sin comparación posible, el alumbrado eléctrico se presenta como el más atractivo. Cuando se alimentan por acumuladores, las instalaciones son fáciles, presentando, sin embargo, algunos inconvenientes para renovarlos ó cargarlos. La alimentación por medio de acumuladores ó generadores, instalados en un furgón, es más sencilla, pero contraria á la tendencia general á hacer





en cuanto se pueda unos vagones independientes de otros. El hacer uso de una dinamo puesta en movimiento por los ejes durante la marcha del tren, es una solución que en principio parece racional y de buen resultado inmediato, empleando los necesarios medios de regulación de la corriente; el valor que en definitiva tenga el sistema, no es cosa que haya puesto en claro la experiencia.





## INFORME DE BANOVITS

Examina, también, este ponente, los sistemas de iluminación usados por las Compañías á que se ha dirigido con el correspondiente cuestionario.

Se muestra satisfecho de los resultados conseguidos con los sistemas modernos de gas y electricidad, si bien supone que no han de parar en lo actual los perfeccionamientos en este punto, á pesar de lo cual, aún se emplean en algunos puntos los sistemas antiguos y más defectuosos.

Bajo diversos aspectos, ofrece ventajas el alumbrado por medio de gas mixto sobre el eléctrico; pero sobre todo, si se tiene en cuenta la mayor comodidad que proporciona este último y que no ofrece riesgos de incendios ó explosión, no puede dudarse que las Compañías se esforzarán en conseguir su perfeccionamiento y lo han de extender más de día en día.

*Discusión.*

Después de insistir los ponentes durante esta discusión en los mismos puntos de vista y añadir algún nuevo detalle á los que constan en sus informes, y tras ligera discusión, se formulan las siguientes conclusiones:

«Las Compañías de los caminos de hierro han mejorado el alumbrado de los carruajes, perfeccionando los aparatos de aceite ó petróleo y aumentando su número en los departamentos.

»El alumbrado por gas se ha desarrollado en proporciones considerables en todos los países; ofrece, en efecto, facilidades para el servicio, en razón á la rapidez con que son alimentados los depósitos en los carruajes cuando las instalaciones fijas que exige han podido recibir un desarrollo suficiente. La adición de un 25 por 100 de acetileno, aumenta el poder iluminante del gas.

»El alumbrado eléctrico proporcionado, sea por acumuladores, sea por dinamos que funcionen por el movimiento de los ejes, tiende á extenderse. Es de desear que esto se acentúe en razón de las ventajas que presenta este modo de alumbrado desde el punto de vista del *confort* y de la buena repartición de la luz en los departamentos.





## TEMA 22.

**Remoción y transporte de cargas incompletas.**

A.—Instalaciones para la conducción de mercancías y cargas incompletas en las grandes estaciones, carga, descarga, almacenaje, etc.

Aparatos especiales para la conducción de paquetes numerosos de poco peso.

B.—Medios de facilitar el transporte de cargas incompletas, evitando la remoción en marcha y el mal aprovechamiento del material. Embalajes destinados á facilitar el transporte de productos agrícolas hacia los grandes centros y mercados.

*Ponentes.*—Jesper (Carlos), por Inglaterra y sus Colonias.

Olhaysen (J. H.), por los Estados Unidos.

Bleynie (G.), por las demás naciones.

## INFORME DE JESPER

Asevera el Sr. Jesper, que ni en Inglaterra ni en sus colonias existen procedimientos especiales para el recibo, almacenamiento y carga de las mercancías en paquetes y bultos, ni en la actualidad se alquilan vagones á particulares, á cuya cuenta corra recoger y llevar á domicilio los encargos transportados por ferrocarril.

En cuanto al transporte, existen en Inglaterra las reglas impuestas por el Claring-house, para utilizar el material de unas Compañías por otras, dando extrema latitud, á diferencia de lo que sucede en la colonia del Cabo, que la prestataria ha de pagar un tanto por hora y eje aprovechado, con lo cual hay interés en devolver los vagones.

Existen las estaciones de transbordo y los *vagones-arrieros* (road-wagons), que reciben los cargamentos de paquetes y los distribuyen entre las localidades contenidas en determinado radio. Al mismo fin de facilitar el movimiento de los encargos, se aplican multitud de tarifas especiales, redactadas con la mira de conceder ventajas de gran estímulo.

Afirma en la Memoria, no ser corriente en Inglaterra el sistema de prestar embalajes á los agricultores para la remisión de sus productos á los mercados de los grandes centros.





## INFORME DE OLHAUSEN

En los Estados Unidos, según el Sr. Olhausen, por efecto del íntimo enlace de unas líneas con otras, el transporte de encargos es similar en todas ellas. De siete de la mañana á seis de la tarde se reciben en los muelles los bultos con sus hojas de declaración redactadas por los expedidores; á medida de su llegada, se van depositando en los vagones destinados ya á un solo punto, ya á un grupo de estaciones, ya á una estación de transbordo, en la cual se distribuyen las mercancías para continuar su marcha. Los vagones *directos*, se ha convenido en que sean transportados en cuanto su carga es de 5.000 libras (2.270 kilogramos). Los vagones *distribuidores* se conducen: (a) en los trenes ómnibus, (b) en los directos, hasta la primera estación de importancia, y desde ella por los ómnibus, (c) por los trenes directos hasta las estaciones de empalme, en las cuales se verifica la distribución por líneas.

En las estaciones de transbordo, se hace este servicio á mano, y en lo posible, de vagón á vagón.

Los Express Companies (Sociedades de transportes), son valiosos auxiliares que recogen y dejan á domicilio los paquetes y los cargan en los vagones afectos á este servicio, los cuales se enganchan en los trenes de viajeros para satisfacer el deseo del público de conseguir rapidez en el transporte.





## INFORME DE BLEYNIE

Estudia el Sr. Bleynie, con todo detenimiento, los diversos puntos que entraña la cuestión, dividiéndola en varios capítulos que tratan: De los equipajes, de los encargos en G. V., de los encargos en P. V., por lo que respecta á la sección A de la cuestión 22, haciéndolo de la B en los siguientes apartes: Agrupación de cargas, Vagones especiales, Agrupación de cargas en embalajes especiales, Embalajes destinados á facilitar el transporte de productos agrícolas. Con gran copia de datos coleccionados en las respuestas de las Compañías al cuestionario, que aparecen intercaladas en la Memoria, procura el ponente asentar las conclusiones, deduciéndolas capítulo por capítulo.

La manipulación de equipajes, se hace generalmente á mano: la elevación ó descenso de los bultos de unos pisos á otros, cuando los andenes ó despachos se encuentran á niveles distintos, se verifica por medio de ascensores; para el transporte horizontal estaba en ensayo, cuando se escribió la Memoria, un sistema de transmisión por telas sin fin.

Como carácter común de las instalaciones para el manejo de encargos á G. V., se observa la división del trabajo conforme lo exige el tráfico. Los aparatos mecánicos son los mismos enumerados al hablar de los equipajes.

Idéntico principio de la división debe regir al envío de encargos en P. V., y sería de desear la adopción de algún mecanismo apropiado para trasladar los paquetes de P. V., relativamente ligeros y muy numerosos.

Para el transporte, las Compañías emplean, siempre que el tráfico lo consiente, vagones que conducen directamente los paquetes de una *sola* estación á *otra* determinada, y que remolcan en los trenes de viajeros. De ordinario, el vagón *directo de detalle* con media carga, se expide diariamente ó cada dos días, ó accidentalmente, en cuanto se completa el peso mínimo, cantidad variable; más crecida, en el sentido del tráfico, menor en la vuelta del vacío.

Los *vagones directos de agrupación*, transportan los paquetes recibidos en un solo punto, con destino á otros varios, son distribuidores de la mercancía á lo largo del camino; unos se en-





vían con los trenes ómnibus que recorren la sección, en que se recogen las mercancías; otros circulan con los directos hasta la primera estación del trayecto, para el que llevan carga, y en ella pasan á los trenes ómnibus, ó hasta una intermedia, á trueque de retroceder ó transbordar. Su número diario está previsto, ó se deja al arbitrio de los Jefes de estación, conforme aconsejen las conveniencias del movimiento.

Los vagones *colectores directos*, recogen los encargos de varios puntos, caminan con los trenes ómnibus hasta el momento en que, completada la carga, se convierten en vagones de detalle ó de agrupación, y pueden ser remolcados por los trenes directos.

Generalmente, la marcha de los trenes de detalle, se dispone de modo que la carga y descarga de los vagones pueda efectuarse de día, y siempre antes de las nueve ó las diez de la noche. Los trenes conducen hasta 27 y 28 vehículos. El personal de estaciones auxilia en las cargas y descargas al del tren, operando los primeros en los andenes y los segundos en los carruajes.

La constitución de los servicios del camino, la elección del sistema, el número de transbordos, son elementos importantísimos de la cuestión, que deciden en cada caso del sistema que debe adoptarse.

El análisis de las respuestas de las Compañías, muestra que casi todas ellas antorizan, y aun hacen obligatorio, el tránsito, sin transbordo, de una línea á otra de los vagones de detalle con carga completa, y que es de desear se amplíen los convenios, al objeto de evitar transbordos en los empalmes de unos caminos con otros.

De las contestaciones recibidas, se desprende que ninguna línea emplea embalajes especiales para la agrupación de cargas de P. V., por más que las Compañías francesas los usan para los paquetes G. V., efecto debido, sin duda, á la variedad de formas y de pesos de los envíos en P. V.

La disminución del precio de tarifa para los paquetes de G. V., ha hecho aumentar su número de un modo extraordinario, y, como consecuencia, idear embalajes para agruparlos, con lo cual se reducen las paradas de los trenes y se consiguen mayores garantías contra la expedición errónea, contra las averías y las espoliaciones.





Ninguna Administración ha reconocido la utilidad de proporcionar á lo expedidores de productos agrícolas embalajes destinados á facilitar el transporte de productos á las estaciones y mercados.

*Discusión.*

El Sr. Bleyne, hizo una exposición metódica del asunto, circunscribiéndose á su Memoria. Seguidamente, algunos miembros presentaron varias observaciones, y en su vista, se acordó:

A. La organización ha de establecerse según el principio de la división del trabajo.

Los aparatos hoy empleados para el transporte son: carretones, cestos, sacos, lonas, que un hombre puede conducir. La fuerza mecánica y la gravedad, sólo se han usado para transportes verticales.

El transporte mecánico completo, acaba de instalarse en la nueva estación del Palais d'Orsay, de la red de Orleans.

En tales circunstancias, todo hace creer que en la próxima sesión podrá estudiarse por completo este asunto.

B. El medio mejor para el transporte de pequeños bultos, consiste en su agrupación en vagones y embalajes, conviniendo, en general, los primeros, para la P. V., y los segundos, para la G. V. Interesa extender el sistema á los transbordos de pequeña de unas redes á otras.

Los embalajes especiales para los productos agrícolas, no responden á una necesidad imperiosa, pero son susceptibles de desarrollar el tráfico.





## TEMA 23.

**Trenes de mercancías de largo recorrido.**

El único *ponente*, Sr. Cottesco, después de recordar cuanto se ha hecho en pro de la rápida conducción de las mercancías, tanto en la velocidad de los trenes como en la reducción y simplificación de tarifas, aumento de capacidad de los vehículos, agrupación de bultos, etc., define la cuestión, planteándola en los términos siguientes:

Expedición de trenes directos que circulan por las líneas de un mismo país, y aun de países distintos, del mismo modo que los trenes de viajeros.

Trenes directos que circulan por las redes nacionales existen ya; salvando las fronteras de dos países, aún no se ha establecido, por más que las necesidades del comercio lo reclaman imperiosamente.

El ponente, considerando que no se poseen datos prácticos bastantes para resolver el asunto, propone se difiera su examen hasta la próxima sesión del Congreso.

*Discusión.*

Sucintamente, da cuenta el Sr. Cottesco de su estudio, que motiva algunas observaciones por parte de los oyentes, después de las cuales, la sección propone:

El Congreso reconoce que pueden presentarse casos en que la organización de trenes directos de mercancías á través de varias líneas, y aun de diversas naciones, sea provechosa; pero que en vista de la falta de datos y de los ensayos que van á intentarse, demora el estudio hasta la próxima sesión.





## TEMA 24.

**Enclavamientos económicos.**

Empleo de sistemas económicos de enclavamiento en las estaciones, en las cuales, los aparatos Saxby, Vignier, etc., no han podido instalarse por su coste elevado.

*Ponente.*—Le Grain.

## INFORME DE LE GRAIN

Entiéndese por enclavamientos económicos, los empleados en lugar de los aparatos Saxby, Vignier, etc., que no son de aplicación general por su coste, enclavamientos destinados á las estaciones y puestos de último orden de las líneas de gran circulación y á los ferrocarriles secundarios que por su naturaleza requieren que se reduzcan al mínimo los gastos de establecimiento.

Las grandes Compañías, adoptan los mismos aparatos perfeccionados del servicio general, simplificando sus mecanismos en cuanto consienten las circunstancias, valiéndose de transmisiones funiculares, en vez de las costosas, pero seguras varillas de conexión. Así logran reducir á 1.400 y 1.200 francos el gasto de instalación de cada palanca de maniobra, coste rebajado, en el Este francés, á 170 francos, y en los ferrocarriles del Estado Belga á sumas que oscilan entre 100 y 280 francos.

Los enclavamientos verdaderamente económicos, se caracterizan por no exigir la reunión de las palancas en un centro único de maniobra. De ordinario, se aprovechan los mecanismos accionados á mano, y á corta distancia, de los aparatos más sencillos empleados corrientemente, con lo cual, se reducen á 60 francos los gastos por palanca, y aun á 35 con el sistema Bouré.

El ponente, cita las *cerraduras Annett* aplicadas también á condenar directamente las palancas que mueven agujas ó señales de poco servicio en las grandes estaciones, con lo que se evita la transmisión hasta los puestos de maniobra; menciona el *bastón-llave*, único en cada puesto, que ha de poseer el que tenga que abrir una comunicación; describe el enclavamiento de agujas pareadas del Great Western, y varios sistemas movidos por la electricidad, el aire ó agua á presión.





Sobre todos ellos, se coloca el sistema del Sr. Bouré, Inspector de la Compañía del ferrocarril de P. L. M. En principio, el sistema se reduce á condenar, por medio de candados, las palancas de movimiento de las agujas, señales, topes de retenida de las tornavías y carretones, y de los travesaños que cierran las vías de transbordo ó circulación interior de las estaciones, cortando á veces las vías principales. Las llaves de los candados, se guardan en un *llavero central* en forma de *cerradura*, á donde hay que ir á buscarlas y del que no pueden sacarse si no se encuentran en sus sitios las llaves, que liberan aparatos que deben estar cerrados cuando se abra el que se pretende mover. En vez de enclavar las palancas, se enclavan las llaves de los candados que las inmovilizan.

A la Memoria del Sr. Le Grain acompañan varios apéndices con figuras de los principales sistemas, entre ellos son de notar, una monografía del servicio de trenes para las carreras de caballos de Chantilly, y de los enclavamientos Bouré, escrita por el Ingeniero Sr. Zimmermann, y otra del Ingeniero Sr. Janet, sobre el sistema Bouré; ambas repletas con minuciosos detalles del indicado sistema.

Para servir de base á la discusión del Congreso se formulan las siguientes propuestas:

1.º Las exigencias de la explotación obligan á establecer rápidamente el uso de los enclavamientos en las estaciones y puestos secundarios de las grandes líneas y á buscar, en su consecuencia, un sistema económico.

2.º Existen numerosas combinaciones que permiten en cada caso resolver el problema.

3.º Las *cerraduras* ofrecen, en el sistema Bouré, un medio de satisfacer de la mejor manera posible á las condiciones impuestas á los enclavamientos automáticos.

El ponente no pretende que el sistema Bouré sea una panacea universal; ya ha indicado que cuando el servicio es intenso y rápido no se acomoda bien á sus exigencias, pero este caso cae fuera del círculo de acción de los aparatos económicos.

#### *Discusión.*

El Sr. Le Grain da cuenta de su informe, acogido favorable-





mente por la Sección, así como sus conclusiones, sin dar lugar más que á una pregunta del Sr. Denys, que deseaba saber si las heladas perjudican al funcionamiento de las cerraduras Bouré, y otra del Sr. Presidente dirigida á comprobar si los candados impiden del todo que las agujas se entreabran al paso de los trenes. Ambas fueron contestadas en sentido favorable al sistema Bouré.





## TEMA 25.º

**Bloqueo automático (Block-systems).**

Aparatos mecánicos ó eléctricos que producen automáticamente el bloqueo, cerrando la vía en caso de descomponerse sus mecanismos.

*Ponentes.*—Carter (Edw. C.) por los Estados Unidos.

Cossmann por los demás países, menos los Estados Unidos.

## INFORME DE CARTER

Manifiesta el Sr. Carter, que los ferrocarriles de los Estados Unidos emplean en grande escala para el bloqueo de la vía el disco y semáforo. Este último se mueve por aire comprimido, y por la electricidad. El disco se emplea: ó contenido en una caja con aberturas acristaladas que dejan ver la señal cuando marca *Alto*, ó al aire libre instalado sobre un poste; en la primera disposición se mueve con pilas primarias; en la segunda, por un contrapeso maniobrado por un mecanismo de relojería, cuyo trinquete abre ó cierra un electro-imán.

Estudia las ventajas é inconvenientes de discos y semáforos y combate la preferencia que algunos conceden á estos últimos, pues si la nieve ó el reflejo del sol impiden á veces se vea el disco encerrado, también las heladas paralizan los brazos del semáforo; es aparato que requiere mayor fuerza para manejarlo y es más delicado que el disco. En los Estados Unidos la opinión se halla dividida acerca de la supremacía de los discos libres ó encerrados.

Después de presentar las definiciones que la Asociación de los Caminos de hierro americanos han adoptado para el bloqueo y sus señales, no diferentes de las usuales, mencionanse las condiciones para el establecimiento del sistema Hall y Westinghouse, los reglamentos para el servicio, la organización del personal (electricistas de sección, ayudantes de baterías y lampistas que cuidan de las señales, formando legión á las órdenes del Ingeniero jefe), detallando sus funciones y salario. Enumerarse cuanto se refiere á la colocación de señales, de circuitos eléctricos, de sus pruebas de conductibilidad y de aislamiento,





terminando por manifestar que para las líneas de gran tráfico recorridas por trenes rápidos el sistema ideal de organizar el movimiento sería:

1.º Establecer enclavamientos en las agujas de la vía principal, condenándose eléctricamente la señal de partida próxima, ó avanzada, por el circuito de vía de la sección que va á recorrer el tren. Las garitas de maniobra contendrán indicadores de la presencia de los trenes en las dos secciones adyacentes.

2.º Situar señales de bloqueo automático de manera que guarden la debida distancia los trenes en circulación entre dos puestos de enclavamiento.

La experiencia de siete años, en calidad de miembro de la *Asociación de los ferrocarriles americanos*, permite al Sr. Carter recomendar con seguridad absoluta el sistema automático, á condición de que se le establezca, conserve y explote debidamente.





## INFORME DE COSSMANN

Si la automaticidad significa: «la intervención de los trenes en el funcionamiento del bloqueo, independientemente de la acción humana», el número de kilómetros en que se emplea el sistema no excede del  $\frac{1}{2}$  por 100 de la red explotada fuera de los Estados Unidos, y si se atiende á las conclusiones de los Congresos de San Petersburgo y de Londres, se comprenderá lo poco estudiado del sistema automático y la necesidad de dividir su estudio para no dictaminar sobre un conjunto heterogéneo.

Estas razones motivan la división que establece el Sr. Cossmann del sistema automático en cuatro disposiciones:

- 1.<sup>a</sup> El tren se limita á anunciar su venida y en ciertos casos á abrir las señales que le cierran el paso.
- 2.<sup>a</sup> El tren se cubre cerrando las señales que rebasa.
- 3.<sup>a</sup> El tren abre, ó al menos impide abrir las secciones antes de abandonarlas.
- 4.<sup>a</sup> El tren se anuncia, se cubre y abre la vía con ó sin intervención de agentes especiales.

El aviso de la llegada del tren se emplea en muchos casos y no es inherente al bloqueo. De la apertura de señales por su mediación se registran pocas instalaciones, y ha lugar á pensar si es prudente y aun útil el que el tren lo verifique, tal vez contra la voluntad de los agentes del camino.

Por el contrario, las disposiciones automáticas mediante las que los trenes se cubren con señales de protección se hallan muy extendidas, aun cuando no se usa el bloqueo.

La tercera disposición que constituye, más bien que un bloqueo, una *prohibición automática*, no está exenta de inconvenientes. Si la primera rueda del tren abre la señal, pueden, en caso de rotura de enganches, ocurrir accidentes graves, si el guarda no observa que el tren pasa incompleto sin las señales de cola; igualmente cae en defecto cuando un segundo tren penetra en la sección, en conformidad con los reglamentos, en cuyo caso se necesitará una señal auxiliar que lo cubra. En las líneas de simple vía es aún más difícil la combinación de las señales, y en todo caso hay que procurar no funcionen los contactos al





paso de las vagonetas de conservación, ó al ser pisados inadvertidamente por los operarios.

Para conseguir la cuarta disposición, bloqueo automático en regla, puesto que el tren anuncia su presencia, abre las señales y se protege, se está ensayando en la línea de Laroche á Cravant (40 kilómetros) que forma parte de la red París-Lyon-Mediterráneo, una variante del sistema Hall.

Hay que advertir que la línea se explota con arreglo al bloqueo ordinario. De suerte, que las señales del automático no son obedecidas por los maquinistas, por donde no es posible deducir consecuencias acerca de sus buenos ó malos resultados; por ahora, sólo se atiende al funcionamiento mecánico del sistema.

En su esencia, el sistema en estudio se reduce á aislar eléctricamente los carriles de cada sección del camino. En cuanto penetra y mientras un par de ruedas recorre la sección, se establece la corriente eléctrica, que, transmitida á las señales de acceso, impide sean abiertas por los trenes que pretenden entrar en el trozo bloqueado.

Las estaciones constituyen una sección, sus señales protectoras y las agujas de empalme con las vías principales, quedan enclavadas por la corriente siempre que un eje se encuentre en la vía. Aunque la apertura de señales es automática, el jefe de la estación puede por medio de un conmutador impedir la apertura y detener los trenes cuando intenten maniobras que afecten á las líneas generales, llegando su acción hasta enclavar los discos de partida de las dos estaciones adyacentes. La presencia de trenes en circulación de una y otra parte, se acusa en el despacho del jefe por indicadores que automáticamente descubren los trenes.

El sistema da una gran seguridad á la circulación; pero relaciona de tal suerte las maniobras de estaciones con el movimiento de trenes, que son de presumir entorpecimientos en el servicio, tanto mayores cuanto más próximas se encuentren las estaciones, y á acortar sus distancias se tiende irremisiblemente á medida que aumenta el tráfico de las líneas.

Como resumen de su trabajo propone al Congreso el señor Cossmann:

1.º Que respecto del sistema de contactos prohibitivos con-





vendría estudiar medios en evitación de las deficiencias antes señaladas.

2.º Acerca del sistema automático es prudente suspender el juicio hasta reunir datos fehacientes de su aplicación.

A la Memoria acompañan varios apéndices, notas suministradas por las Compañías á quienes se ha dirigido el cuestionario, entre ellas una muy extensa y detallada de los aparatos y servicios del sistema Hall que ensaya la Compañía de París-Lyon-Mediterráneo.

### *Discusión.*

Por ausencia del Sr. Carter, ponente por los Estados Unidos, el Sr. Cossmann, que lo es de las demás naciones, hace el resumen de ambos dictámenes.

Dan luego algunas noticias los Sres. Mauris y Chaperon, del ensayo que se está haciendo en el ferrocarril París-Lyon-Mediterráneo y el Sr. Neelemans acerca del buen éxito conseguido con el sistema Hall en el ferrocarril de Eecloo á Brujas, y se pasa á redactar las siguientes conclusiones.

Poco seguro el Congreso del interés que pueda haber en que un tren abra las señales en uno y otro sentido de la marcha, pero apreciando las ventajas de los *contactos prohibitivos*, que limiten la acción de los guardas, entiende:

1.º Que no sea posible desbloquear una sección antes de abandonarla por completo el tren que la recorre.

2.º Que igualmente no pueda abrirse la sección sin que el último de los trenes introducidos sucesivamente haya salido de la misma.

3.º Que en las estaciones y empalmes los contactos no produzcan entorpecimientos en los servicios locales.

4.º Que en las líneas de vía única la acción de los trenes sea distinta en cada sentido.

5.º Que la circulación de los operarios y vagonetas no influya en los aparatos de bloqueo.

Considera prematuro el juicio acerca del bloqueo completamente automático, á pesar de sus excelencias teóricas, á causa





de la falta de ensayos concluyentes, de la influencia que en la estabilidad de la vía puede tener el aislamiento de los carriles, de las sujeciones que se imponen á la conservación, etc., y finalmente por las dificultades de aplicar el sistema cuando se adopte la tracción eléctrica alimentada por corrientes circulantes por los rieles.





## TEMA 26.º

**Señales repetidoras de las señales ópticas.**

Señales acústicas usadas en los túneles y durante las nieblas, como repetidoras de las señales ópticas ordinarias.

*Ponentes.*—Chesneau, por Francia.

Vanden Rogaerde, por los demás países.

## INFORME DE CHESNEAU

Dice al principio de su Memoria el Sr. Chesneau, que el estudio ha de reducirse en Francia á las señales acústicas empleadas durante las nieblas, puesto que no existe reglamento especial para las usadas en los subterráneos, ó en la proximidad de las grandes estaciones, y aun en el caso á que se contrae, la diversidad del régimen climatológico de la Francia no permite establecer reglas estrictas como las admitidas por los reglamentos ingleses que parten del hecho frecuente de no ser visibles las señales al pasar á su lado por la intensidad de la niebla, lo cual no acontece en territorio francés.

Como regla general, sólo las señales á distancia (discos, cuadrados y semáforos) que imponen la parada son los únicos que deben apoyarse con señales acústicas, empleando al objeto petardos, que estallan bajo las ruedas de la máquina y que se colocan en cuanto las señales dejan de ser visibles á 100 metros de distancia. A veces se encienden las luces de los discos, y en todo caso se prohíbe la ejecución de trabajos que intercepten la vía y la circulación de las vagonetas y cangrejos.

Los encargados de colocar estas señales, á los que pudiera llamarse *neblistas* (traduciendo la palabra con que se designa en Inglaterra *fogman*), ó *fogueadores*, se toman del personal de la vía y de las estaciones y marchan á *neblar* (*fogger*) las señales en cuanto la niebla adquiere la opacidad reglamentaria.

La Compañía del Norte adopta otro sistema en su estación de París. A causa de la multitud de vías y de la imposibilidad de que los empleados puedan ver desde las garitas de manobra todas las señales, ha instalado en la proximidad de éstas otros puestos cuyos agentes tienen el encargo de telefonar á





los semaforistas la presencia de trenes detenidos ante las señales y el momento en que éstas quedan libres.

Los petardos se colocan por parejas, unas veces á mano, otras automáticamente al maniobrar las señales, y en algunos casos están relacionados con aparatos que comprueban el funcionamiento de las cápsulas dejando huella en la máquina que las aplastó, ó en registros especiales que se describen en la Memoria del Sr. Chesneau.

Esta clase de señales empieza también á usarse en tiempo normal en las vías de gran circulación, afirmando las indicaciones ópticas para prevenir en lo posible las causas de accidentes por mala visualidad de los discos.

Describe luego el Sr. Chesneau los aparatos acústicos, instalados en la máquina, que advierten al maquinista la proximidad de una señal al ser puestos en acción por un tope, ó contacto, colocado en la vía, y cita entre ellos los de la red del Norte, que por su forma han recibido de los empleados el nombre de *cocodrilos*.

Menciónanse, en último término, los ensayos y estudios que se están haciendo para prevenir los accidentes, y que tienden á dar mayor visibilidad á las luces del furgón de cola de los trenes, á las señales de que disponen los conductores que van en el indicado carruaje y al uso de sirenas que en sustitución del silbato hará sonar la máquina de un tren detenido en plena vía. Esta última disposición ha sido combatida, aduciendo que los viajeros, al oír un sonido inusitado, temerosos de algún accidente, se apresurarían á bajar de los coches, con lo cual podrían originarse desgracias sin cuento con la llegada de un tren por la vía contraria.

Como resumen, deduce el Sr. Chesneau:

1.º Es preciso *foguear* las señales en cuanto dejan de verse á 100 metros de distancia á lo sumo.

2.º Las señales que cubren obstáculos imprevistos deben anunciarse con dos ó tres petardos.

4.º En cuanto á las señales fijas, se observa:

A. La tendencia de las Compañías á doblar con petardos las que indican alto en líneas de doble vía, medida que debe extenderse á las de vía sencilla.





*B.* En los puestos de bloqueo es general el uso de petardos en cuanto espesa la niebla.

*C.* Los discos distantes son neblados con petardos en las redes del Este y del Oeste; la del Norte emplea silbatos de alarma colocados en las máquinas, y señales dobles movibles para proteger las maniobras en las estaciones.

Aunque ambos sistemas son equivalentes desde el punto de vista de la seguridad, parece preferible el de contactos, por no distraer al personal de estaciones durante las nieblas.

4.º Los petardos funcionan bien; pero hay que aumentar el ruido de la detonación en los que apoyan señales temporales y en los que llevan los agentes de los trenes, á los que convendría dotar de bengalas.

5.º En cuanto á las medidas para aumentar la seguridad en tiempos de niebla, luces del furgón, etc., debe excitarse el celo de las Compañías para que prosigan en sus ensayos.

Como apéndice, se insertan las contestaciones al cuestionario enviadas por las Compañías francesas.





## INFORME DE VANDEN BOGAERDE

La extensa Memoria del Sr. Vanden Bogaerde es una monografía detallada, en la cual se tratan los siguientes puntos:

1.º Detonadores; sus cualidades, formas, conservación, transporte y distribución á los operarios. Ensayos y condiciones de recepción.

2.º Las señales de niebla en la Gran Bretaña é Irlanda.—Reglamento.—Señales fundamentales.—Señales que han de doblarse ó foguearse.—Neblistas ó fogueadores.—Sus deberes y los de los maquinistas.—Garantías obtenidas con el fogueo.—Medidas complementarias.

Las señales en los Países Bajos, Austria, Italia; otras naciones.

3.º Fogueo con aparatos manejados por los neblistas.—Descripción de los aparatos empleados para colocar los petardos á distancia.

4.º Fogueo con aparatos no manejados por las cuadrillas de neblistas.—Petardos automáticos.

5.º Señales acústicas instaladas en las locomotoras.—Su enlace con las de la vía.—Objeciones en contra de su empleo. Condiciones de establecimiento.—Comparación con las de fogueo.—Descripción de varios sistemas.—Dificultades que opone el gálipo de la vía y carruajes.

6.º Señales acústicas empleadas en los subterráneos como repetidores de las ordinarias.

Apéndices con las respuestas de varias Compañías ferroviarias al cuestionario, y las descripciones de varios aparatos acompañados de dibujos de los mismos.

Por la lectura del resumen anterior se comprende la importancia de la Memoria del Sr. Vanden Bogaerde, cuyas 170 páginas encierran tal cúmulo de datos, que no es posible dar á conocer en un breve extracto.

*Discusión.*

Una discusión animada sigue á la lectura de los dictámenes, y, como consecuencia de ella, la Sección acuerda:





1.º Que es difícil dar reglas generales por la variedad de climas.

2.º Que las señales amovibles deben apoyarse con petardos.

3.º Que las señales fijas franqueables deben doblarse con otras acústicas en caso de niebla en las líneas de gran tráfico, cuando la distancia al punto que protegen no sea garantía bastante.

4.º Que los de parada absoluta deben serlo por petardos, si no están anunciadas por otras franqueables.

5.º Que pueden conseguirse los mismos fines con señales acústicas instaladas en las locomotoras, sin que por ahora, por falta de ensayos, puedan indicarse preferencias por ningún sistema.

6.º Que es necesario aumentar la eficacia de los petardos, asegurando su explosión y la sonoridad de ésta.





## TEMA 27.º

**Empleo del teléfono.**

Empleo del teléfono en la explotación.—Posibilidad de sustituirle al telégrafo en los caminos de vía doble y única.—Pararrayos que permiten la comunicación durante las tempestades.

*Ponentes.*—Javary, que resume las contestaciones de las Compañías de todos los países, excepción hecha de los que son objeto de los otros cuatro informantes, los señores Würtzler, por Austria Hungría, Rumanía, Países Bajos, Luxemburgo y Alemania, Henry Cairo, por Italia. Paulo Cabral, por España, Portugal y países que hablan las mismas lenguas; é Ireland, por Inglaterra y sus colonias.

## INFORME DE JAVARY

Dice el Sr. Javary que el empleo del teléfono está indicado para todas las transmisiones que interesen á la *comodidad* del servicio; pero, ¿conviene igualmente á los que afectan á la *seguridad*?

De las 31 Compañías de caminos de hierro que usan el teléfono y han contestado al cuestionario, 12 transmiten telefónicamente despachos de todo género en líneas de doble vía. El Norte francés le emplea hace años exclusivamente en todos sus ramales de simple vía y en las líneas de doble, de tráfico medio, así como en caso de accidente para comunicar los puestos de socorro con las estaciones en las líneas de gran tráfico.

Otras Compañías rechazan en absoluto el teléfono en sus líneas de gran movimiento, ó restringen su empleo como el Estado belga, que exige sean los Jefes de servicio, y no los empleados subalternos, los que transmitan los despachos de seguridad.

En lo que todas se hallan contestes es en el empleo para las comunicaciones dentro de las estaciones, en las oficinas centrales y entre los puestos de enclavamiento.

Cuando el teléfono no es el único medio de transmisión, es frecuente el uso simultáneo de los hilos del telégrafo para uno y





otro sistema, enviando la corriente telefónica por el hilo ómnibus.

No es posible deducir de las respuestas al cuestionario, si las Compañías que han adoptado el teléfono lo han hecho sustituyendo al telégrafo, ó de primera instalación, ni por consiguiente estudiar las consecuencias del cambio de sistema.

En cuanto á los aparatos empleados, resulta que apenas se usa el teléfono magnético por su debilidad; en general, se adopta el eléctrico con micrófono de barritas de carbón ó de granos de la misma sustancia. Para llamar se usan campanillas y zumbadores ó moscardones, accionados por pilas en Rusia y Francia, por corrientes de inducción en los demás países.

Pocas administraciones han dispuesto sus líneas para que dos puestos cualesquiera puedan comunicarse entre sí libremente sin tener que avisar á los intermedios.

Los pararrayos más conocidos de puntas, de láminas y de hilo fusible, presentan garantías suficientes y consienten el servicio telefónico durante las tempestades.

La composición de la línea es variable. La longitud máxima con retorno por tierra, es de 150 kilómetros y se encuentra en el *Midí francés*, que ha tendido un solo hilo de hierro de 4 milímetros. En general, el circuito unifilar no es admisible para distancias superiores á 10 kilómetros, cuando existen instalaciones próximas dedicadas al transporte de energía eléctrica.

Termina el Sr. Javary su estudio describiendo dos instalaciones, en las cuales la línea sirve simultáneamente para el teléfono y el telégrafo.

Como resultado de la información, aparecen ideas contradictorias acerca del empleo del teléfono de los caminos de hierro.

La ausencia de pruebas materiales del telefonema, en cuanto concierne á la seguridad, es una objeción que el Sr. Javary considera poco importante, adhiriéndose al pensamiento del Sr. Cairo, que opina no ha de buscarse la preferencia del sistema en la mayor ó menor facilidad de depurar responsabilidades en caso de accidente, sino en las probabilidades, más ó menos numerosas, de evitar contratiempos en la explotación. En este detalle de la huella material nadie repara cuando se trata de comunicaciones en el interior de las estaciones.





La capacidad de transmisión comparada con la telegráfica es asunto debatido: hay quien supone que la del teléfono es inferior en un 33 por 100, hay quien la calcula en un doble de la telegráfica. En pro de la rapidez se aduce que un telefonema puede transmitirse simultáneamente á varios puntos.

Existe en apoyo del sistema telefónico, el poder servirse de él todo el mundo sin aprendizaje; y en contra la mayor facilidad de desarreglarse, la fatiga que causa á los agentes que han de poner en juego el oído y la voz, y por último, la exposición á adquirir enfermedades contagiosas de los órganos respiratorios, del oído y de la piel.

En conclusión, el ponente propone al Congreso:

Que mediante el registro de los despachos el sistema telefónico ofrece garantías de seguridad.

Que sus ventajas é inconvenientes respecto de la comodidad y economía dependen de las condiciones especiales de cada línea.





## INFORME DE WÜRTZLER

El Sr. Würtzler, después de una reseña histórica del teléfono, consigna que la mayoría de las Compañías austriacas y húngaras han reglamentado el uso del teléfono en las estaciones, en los caminos vecinales, en las relaciones comerciales con el público y en los servicios de movimiento y de la vía para comunicar las estaciones con los guarda-vías, haciendo constar igualmente que algunas de ellas han sustituido el teléfono á los aparatos de envío de señales á los camineros, con lo cual, además de conseguir este objeto, logran ponerse en comunicación telefónica, con gran ventaja por todos conceptos.

Generalmente adoptan el micrófono para transmisor y el teléfono Bell para receptor, y hacen las llamadas por corrientes alternativas (inductor magnético), aunque á veces usan pilas. Se sirven de conductores especiales y únicos; dobles en las estaciones, y en los casos que así lo aconseja la proximidad de otras conducciones eléctricas; también aprovechan la transmisión por los hilos telegráficos y por los hilos de las grandes campanas del servicio de movimiento.

En los casos de accidente, ó de recomposición de la vía, montan teléfonos de campaña transportables, con los cuales se encuentran muy satisfechas las Compañías. El ponente describe estos aparatos y la manera de unirlos á las líneas de transmisión.

Por el momento, cree el Sr. Würtzler, que á pesar de las grandes ventajas del teléfono, no se encuentra aún en condiciones de sustituir al telégrafo.

Estudia luego la posibilidad de hacer el servicio telefónico en caminos de doble vía, y á este objeto transcribe las prescripciones de servicio dictadas en los países de su cometido, de cuya lectura deduce: que la correspondencia telefónica, requiere para evitar errores, cuidados minuciosos (escritura de los telefonemas, su compulsa ó colación, presencia de tercera persona como testigo, etc.); pide una atención extraordinaria de los agentes, con lo que se reduce la potencia de transmisión, aten-





ción que ha de prodigarse cuando los telefonistas hablen distintos idiomas ó diferentes dialectos, como acontece en muchas naciones; aduce, por último, el reproche que se dirige al aparato de ser causa de propagación de enfermedades contagiosas.

Respecto de los pararrayos, entiende que ninguno de los inventados protege en absoluto, y recomienda como medio más eficaz establecer la conducción bajo tierra.





## INFORME DE CAIRO

De los datos que ha reunido referentes á cuatro Compañías, deduce que el teléfono adquiere de día en día mayor importancia en el servicio de estaciones, en la comunicación con las cocheras de locomotoras situadas á distancia, prefiriéndose á otros el teléfono magnético de Siemens y Halske. Las campanillas de avisos se accionan con pilas Leclanché. Concede poca importancia á la cuestión de proteger contra el rayo á los aparatos y á los operadores, por tratarse de circuitos de poca extensión.

Las líneas se establecen en general con dobles conductores, que van cruzándose para evitar las influencias de otras corrientes próximas.

Menciona la aplicación hecha del teléfono, con motivo de una cortadura en la línea de Bolonia á Florencia, merced á la cual fué posible organizar el servicio de transbordo en breve tiempo.

Describe el condensador de Langdon Davies, ideado para evitar que las corrientes atraviesen los teléfonos cuando se emplean como conductores los hilos del telégrafo.

Como en Italia se concede importancia excesiva á la comprobación material de los despachos, no parece fácil la sustitución del telégrafo por el teléfono, y eso que en las estaciones, en las cuales circulan á veces despachos de gravedad, nadie ha pensado en pedir que se consignen por escrito.

Con todo, una Comisión oficial, encargada de estudiar el asunto, no ha dudado en proponer la adopción del teléfono para las líneas de interés secundario.





## INFORME DE PAULO B. CABRAL

De la información deduce que por ahora, sin duda á causa de la dificultad de mantener sin interrupción las comunicaciones telefónicas, el teléfono sólo se aplica á cortas distancias, siendo de sentir que aparato tan delicado no sea más susceptible de emplearse en mayor escala y tenga que ocupar puesto secundario como ayuda del telégrafo.





## INFORME DE IRELAND

Considera el teléfono como un medio excelente de comunicación, en las estaciones, en las oficinas para abreviar consultas, pues nada permite una inteligencia más rápida que la conversación directa entre las personas interesadas. No juzga posible la sustitución en los caminos de vía única ó doble, para reemplazar al sistema de bloqueo en las de doble vía, al del piloto eléctrico, á la mesa eléctrica, ó al bloqueo enclavado en las de vía única, pero entiende puede ser muy útil como auxiliar en estos diversos casos.

Según el Sr. Ireland, la capacidad de tráfico de un hilo telegráfico en transmisión *simplex* es de un 33 por 100 superior á la del circuito telefónico de dos hilos; con el sistema *duplex* de un solo hilo la capacidad crece en un 150 por 100.

Describense en la Memoria algunos pararrayos y se mencionan como llamadores, las campanillas tembladoras movidas por pilas Leclanché y los zumbadores de los aparatos magneto-eléctricos de corrientes alternativas.

En conclusión, según el ponente, el teléfono provee á infinidad de aplicaciones, y en cierto modo puede suplir al telégrafo en toda clase de vías, aunque para los mensajes á larga distancia el telégrafo es preferible.

*Discusión.*

El presidente, después de dar cuenta de las ponencias, invita á los miembros de la sección para que alleguen datos acerca de la debatida cuestión de la influencia de las tempestades sobre los teléfonos. Estudiado este punto se acuerda:

«1.º Que con precauciones sencillísimas el teléfono puede reemplazar al telégrafo en los despachos referentes á la seguridad de la explotación.

2.º Que sus ventajas é inconvenientes resultan de las condiciones locales de la aplicación.

3.º Respecto de la protección contra los rayos las administraciones están satisfechas de los aparatos que emplean para asegurarla.»





## T E M A 28.º

**Medios para impedir las colisiones por vagones escapados.**

- A.—Calzos para detener los vagones maniobrados por la gravedad.—Estudio de diversos tipos.—Resultados experimentales.  
B.—Aparatos empleados en las estaciones para evitar el escape de vagones.—Preferencia de ciertos modelos teniendo en cuenta la inclinación de la vía.  
C.—Medios y aparatos para detener los vagones escapados.—Resultados de los ensayos.

*Ponente.*—Spitz (Max).

## INFORME DE SPITZ (MAX)

Según los datos recogidos por el Sr. Spitz, de 838 vagones escapados en diferentes sitios y lugares, 320 se hallaban en reposo en las vías de estacionamiento al emprender la marcha, 456 se escaparon en las maniobras de clasificación y composición de trenes, y 62 á causa de la rotura de enganches, por lo que es de opinión se estudie con preferencia el escape de los vehículos durante su maniobra en las estaciones, y seguidamente los medios para detener los vagones puestos en movimiento.

Para evitar que los vagones se disparen en las maniobras, se han empleado los frenos de los vehículos y el colocar piezas de madera entre las ruedas. Pero estos medios son pocos eficaces y hoy día se han reemplazado por *calzos* que se colocan sobre el carril en un punto que preceda al sitio que no ha de rebasar el vagón. El calzo se apoya por su cara plana sobre la cabeza del carril, y recibe en su cara superior, encorvada, la rueda del vagón, impidiéndole girar, con lo cual su movimiento de rodadura se cambia por otro de deslizamiento del calzo que prontamente consume la fuerza viva del vehículo y produce su detención.

Para que el calzo no abandone el carril va provisto de dos mandíbulas laterales que abrazan la cabeza de éste.

En la Memoria del Sr. Spitz se describen multitud de modelos de calzos con puntas fijas ó movibles, con ó sin rodillos y de





pesos variables, entre 6,5 y 11,5 kilogramos. El calzo se coloca por un operario, por lo que importa se le haga manejable.

Estúdianse luego los medios para evitar escapes y daños en las estaciones. Menciónanse á este fin las *vías muertas* y los topes colocados á sus extremos cuando en ellas han de entrar trenes completos, describiéndose con algún detalle los topes *hidráulicos*, cuyos émbolos tienen una carrera de 4 pies (1,22 metros) en uno de los modelos ingleses y 2,50 metros en el colocado en la estación de Postdam en Berlín, y ofrecen una resistencia capaz de contener un tren marchando á 13 kilómetros por hora, resistencia producida por la compresión del agua en el cilindro que de 2,5 atmósferas al principiar el choque llega á cerca de 100 al final. En la estación de Berlín los topes se ensayan semanalmente, lanzando contra ellos una locomotora á la velocidad de 15 á 20 kilómetros.

Por delante del tope se enarena la vía en un trayecto de 10 á 15 metros.

Como medios preventivos se recomienda: reunir los vagones estacionados por grupos y apretar sus frenos; colocar las barras de embrague de las ruedas, travesaños en la vía ó calzos dobles sobre ambos carriles que se manejan á corta ó larga distancia, y cuyos candados de seguridad se abren con llaves enclavadas con las señales y agujas. Otras veces se emplean agujas de descarrilamiento, vías enarenadas, etc.

En sentir del Sr. Spitz, el cuidado del personal en cumplir los reglamentos es la mejor garantía contra los accidentes.

Entre los medios usados para detener en plena vía los vagones, cree poco eficaz y costoso el uso de la arena, grava ó faginas; difícil y expuesto el salir con máquinas en persecución de los fugitivos, el descarrilar los vagones, principalmente si van en ellos personas, y recomienda el empleo del doble calzo, que prontamente puede colocar el guardavía, avisado por telégrafo, merced al cual el tren se detiene en un trayecto no muy largo.

#### *Discusión.*

Después de breve discusión acerca de la Memoria del señor Spitz, se decide consultar:





«A.—El calzo-freno es un medio excelente para detener los vagones.

B.—Para impedir el escape de vagones se emplean: las barras de embrague, los calzos, tacos, topes, vías de seguridad, los enarenados y las agujas de descarrilamiento.

Cada sistema resulta ventajoso en determinados casos. Los topes hidráulicos merecen recomendarse para las estaciones de cabeza.

C.—Para detener los vagones escapados se usa en general cubrir con tierra, arena, piedras, la vía; los calzosfrenos, y en casos especiales los topes hidráulicos y las vías enarenadas.





TEMA 29.º

No se presentó dictamen al Congreso.





## TEMA 30.º

**Distribución del material de transporte.**

Sistema preferible para la distribución de coches y vagones en las grandes redes.

*Ponentes.*—Luuyt, por Francia.

Drouin, por España, Portugal y países de las mismas lenguas.

Termidoro (Michel), por las demás naciones.

## INFORME DE LUUYT, DROUIN Y TERMIDORO

Los tres ponentes se pusieron de acuerdo para redactar el cuestionario que habían de dirigir á las Compañías, y sobre esta base común, emprendieron la redacción de sus trabajos que, por la naturaleza de la materia que tratan y su uniformidad, pueden reseñarse sin hacer mención especial de cada uno de ellos.

En las tres Memorias se mencionan los dos sistemas usados, distribución por *repartidores* y por *corriente de vagones*.

La distribución por los repartidores que reciben diariamente aviso de las estaciones de los vehículos que quedan disponibles, se efectúa de diferente modo, según las condiciones de la línea. En unas la distribución se verifica en un solo centro, en otras existe un centro único y otros secundarios, en algunas el sistema se compone de tres órdenes con dependencia mutua.

Como inconvenientes del sistema se señalan: la multiplicidad de partes y escrituras, la resistencia de los Jefes de estación á desprenderse de los vagones que están en su poder; en cambio permite dirigir los carruajes al punto en que se requieren de momento, utilizándolos en mayor grado.

Con la corriente de vagones se suprime el papeleo; en cuanto un vagón está descargado se engancha al primer tren que puede transportarlo, y se envía al Centro designado para estacionamiento del material vacío hacia el que afluyen constantemente varias corrientes de vehículos. Los Jefes de estación toman de la corriente los elementos que necesitan, por lo que no tienen interés en retener vagones vacíos; el inconveniente del sistema estriba en el desconocimiento de la situación del material, que no puede aprovecharse con la urgencia necesaria en casos de aglomeración de mercancías en un punto dado.





Las corrientes siguen á veces dirección constante, variable en otras ocasiones; se establecen para toda clase de vehículos ó para alguna especial, son permanentes ó temporales, según las circunstancias de cada explotación.

Estas condiciones del problema han motivado que los tres ponentes formulen la misma conclusión: la experiencia prueba, no ser posible, en materia tan compleja, encerrarse en una fórmula exclusiva, sino que, por el contrario, es preciso conciliar los dos sistemas atendiendo á la configuración de la red, al material, á las fluctuaciones del tráfico y á las condiciones de inteligencia y golpe de vista del personal encargado.

*Discusión.*

Los ponentes Sres. Luuyt, Termidoro y Drouin, dan cuenta de sus trabajos que sirven de base á la Sección para proponer:

«Que el sistema de repartidores y el de corrientes deben combinarse, según las condiciones de cada caso.»





## TEMA 31.º

No se presentó dictamen al Congreso.





## TEMA 32.º

**Centros de liquidación (Clearing-Houses).**

Organización, ventajas é inconvenientes desde el punto de vista de la simplificación del trabajo.

*Ponentes.*—Caballero Augusto von Loehr, por todas las naciones menos los Estados Unidos.

Blanchard (G. R.), por los Estados Unidos.

## INFORME DEL CABALLERO AUGUSTO VON LOEHR

El caballero von Loehr, distingue, sin incluir las operaciones secundarias, las siguientes grandes categorías como objeto de las cuentas de liquidación:

- 1.º Transportes directos por varias líneas, pago de indemnizaciones por averías, pérdidas, etc.
- 2.º Funcionamiento de las Uniones y Asociaciones de tráfico.
- 3.º Tránsito del material y personal por líneas extranjeras; reposición y conservación de los vehículos de tránsito.
- 4.º Seguro mutuo contra los accidentes de la explotación.

El saldo de los beneficios ó pérdidas originadas por estos diversos conceptos se establece de diferente manera, según las condiciones de cada país. El ponente estudia las organizaciones adoptadas en todos ellos, principiando por exponer el funcionamiento de los Clearing-Houses, en la Gran Bretaña, país originario de estas instituciones, que simplifican la contabilidad del tráfico directo por varias líneas, evitando la duplicidad de las cuentas y el sin número de reclamaciones, litigios y movimiento de fondos á que conduciría el ajuste directo de los transportes combinados.

En la Gran Bretaña é Irlanda hay inscritas actualmente en el Clearing-House, 66 Compañías que explotan una red de 32.956 kilómetros, y son á su vez representantes de 16 Compañías de navegación que tienen tarifas combinadas con los caminos de hierro y participan de las liquidaciones del Clearing-House.

Un consejo compuesto por miembros nombrados por las Compañías rige los asuntos del Clearing-House; agrupados en cinco





secciones ó departamentos: *Mercancías, Viajeros, Encargos, Recorrido y Secretaría.*

La base de contabilidad de la sección Mercancías, son los estados que diariamente redactan los jefes de estación, incluyendo los datos referentes á los envíos hechos á determinada estación de otra Compañía, así como los de recepción de mercaderías procedentes de la misma. Estos datos se compulsan por los jefes de las dos estaciones y cuando están conformes se remiten al *Centro de liquidación*. A la vez las Compañías envían las notas de gastos suplementarios, facturas incobrables, etc.

En la sección de Mercancías, se clasifican los estados por estaciones é itinerarios y se distribuyen en dos grupos de tráfico *ligero y pesado*, según que el porte de la expedición sea inferior ó superior á *una libra*. Compáranse los estados de dos estaciones conjugadas, se comprueban los cálculos numéricos y se piden explicaciones si hay discrepancias superiores á *un sheeling*. Después se establecen los itinerarios y si se ofrecen dudas se consulta á la sección de *Recorrido*.

Procede entonces el descuento de los gastos inherentes á las estaciones extremas y la distribución en tres grupos de mercancías; se hallan los saldos, que se transcriben, con los principales resultados, á las Compañías interesadas en un plazo que no excede de dos meses, á contar del día á que se refieren las cuentas.

Para el tráfico ligero, se determinan aproximadamente en cada mes los saldos; la liquidación definitiva se efectúa semestralmente en vista de las relaciones que envían las Compañías.

Con los billetes recogidos á los viajeros se hace la cuenta del tráfico directo, tomando el número mayor de cada serie para cotejarlo con el del mes anterior y aplicar las tarifas á las diferencias. Los ingresos por viajes circulares, de baños, etc., se distribuyen según los convenios celebrados entre las Compañías.

La distribución de lo recaudado por encargos, se hace mensualmente á prorrata de lo distribuido en el semestre correspondiente del año anterior; la liquidación definitiva se verifica por semestres.

A cargo del recorrido se deja el fijar los itinerarios de las mercancías y vagones, valiéndose de las notas que en las esta-





ciones de empalme redactan los vigilantes de estadística ó revisores del material (Numbertakers) y de las notas de los jefes de estaciones extremas. Con los itinerarios se calculan, ateniéndose á los convenios establecidos, los gastos de alquiler y demora de los vehículos. Luego se da cuenta á las Compañías de la situación de sus vehículos y de sus alcances.

Es objeto de la Secretaría, además de los asuntos generales, el establecimiento del balance de saldos deudores y acreedores, cuentas que redacta apareciendo en pro, ó en contra, del *Centro de liquidación*.

La compensación se efectúa pasando el Centro á su banquero, nota de los saldos que puede acreditar, ó cargar, á cada Compañía.

La importancia de las operaciones del Centro de liquidación, aparece en las siguientes cifras que corresponden al ejercicio de 1897:

Estados de saldo, número. . . . .	17.746.841
Número de recorridos que han ocasionado gastos de alquiler. . . . .	12.453.241
Número de relaciones de los Numbertakers. . . . .	20.044.792

		Libras esterlinas.
Sumas liquidadas.	{ Mercancías. . . . .	17.518.313
	{ Viajeros. . . . .	5.037.297
	{ Encargos. . . . .	1.929.945
	{ Recorrido. . . . .	1.697.874
		<hr/> 25.697.429 <hr/>

Los saldos deudores y acreedores alcanzaron un total de 2.837.222. La compensación definitiva entre las Compañías, abonada por el banquero, necesitó sólo una suma efectiva de 1.871.599, sea el 7,28 por 100 de la cantidad liquidada 25.697.429.

Los gastos del centro de liquidación ascienden á libras esterlinas 250.000, cantidad algo crecida, pero cuya importancia disminuye si se atiende á que el Centro no sólo liquida los productos de explotación, sino también los del cambio del material,





y que las 25.697.429 libras no representan el total de ingresos, sino las diferencias entre las compensaciones parciales por parejas de estaciones.

El juicio casi unánime de las Compañías inglesas es que el sistema es razonablemente económico y satisfactorio bajo todos conceptos, por lo cual no desean introducir modificación alguna.

En Austria-Hungría se han establecido dos Centros, uno superior en Viena, otro auxiliar en Szegegin, á los cuales se remiten en último término las liquidaciones hechas por las intervenciones de las Compañías de los caminos de hierro.

El sistema resulta caro y complicado, á pesar de las reformas de que ha sido objeto en varias ocasiones; las Compañías sienten la necesidad de variarlo y en opinión del ponente es insostenible por el contrasentido orgánico de medidas descentralizadoras unas, de centralización parcial otras (oficinas de Szegegin) y de centralización total en Viena, por la aplicación uniforme de los métodos de contabilidad á todo género de ingresos, y por la revisión larga y difícil de las cuentas de las estaciones á consecuencia de la complicación de las tarifas.

En Belgrado existe un Centro de liquidación organizado como los de Austria-Hungría que efectúa la contabilidad de los diversos caminos de hierro que tienen establecido servicio directo con la Servia, como son los de Austria-Hungría, Bulgaria, y los de la región oriental.

La compensación del tráfico internacional de las naciones del centro de Europa, se verifica por reglas comunes á todos los contratos de descuento, liquidación y compensación de transportes directos de mercancías y viajeros. Generalmente las intervenciones de los caminos de hierro *destinatarios* redactan los documentos de contabilidad que se remiten á los Centros comunes de compensación establecidos en Berlín, Belgrado, Bruselas, etc.

A veces las cuentas se arreglan entre los caminos de hierro que empalman en la frontera, representando cada uno de ellos á los restantes de una misma nacionalidad por los que ha de circular la mercancía ó el viajero.

El *Sindicato* (Verein) de los caminos de hierro alemanes, se ocupa de la compensación de los créditos deudores y acreedores, ya liquidados por las Compañías, que le remiten las Empre-





sas asociadas y las que no formando parte del Sindicato participan del tráfico de sus billetes circulares, de suerte que en sus cuentas figuran, además de las 67 Compañías del Verein, 5 de Bélgica, 1 de Bosnia, 38 de Suiza, 3 de Dinamarca, 84 de Suecia, 2 de Noruega, 1 de Finlandia, 1 de Servia, 1 de Bulgaria y 1 de Turquía, en junto 204 administraciones que abarca el territorio de casi toda Europa.

El juicio unánime de los asociados es favorable á la gestión del Sindicato, cuyo trabajo es rápido, seguro y relativamente económico.

Las Compañías de Suiza confieren á la *Unión de los caminos de hierro suizos* el encargo de compensar su tráfico interior, remitiéndole las cuentas de liquidación; en cuanto al tráfico internacional, se sirven del sistema de las otras administraciones continentales. Todas ellas encuentran bueno el sistema, y, á lo sumo, indican ligeras modificaciones.

El Centro de compensación de Bruselas que arregla la contabilidad del grupo inglés-francés-holandés-belga-alemán-suizo-austriaco-húngaro-italiano, es á la vez el encargado de la compensación de los saldos del tráfico interior de las Compañías belgas.

Con la creación en Francia del servicio de los paquetes postales, nació en 1881 la *Intervención común* para el reparto de las subvenciones concedidas por el Estado. Poco á poco fué extendiéndose la acción de aquél Centro, que hoy revisa y liquida los ingresos por transportes directos de viajeros, de equipajes y mercancías, que han de distribuirse entre más de dos Compañías, pues los que sólo á dos corresponden se liquidan directamente por ambas partes, así como los de estaciones comunes, material prestado, etc.

La *Intervención* está dividida en cuatro secciones:

Asuntos generales; viajeros; paquetes postales; mercancías á gran velocidad; idem á pequeña. El ponente se ve imposibilitado, por falta de datos, de dar detalles del funcionamiento de la Intervención. Las Compañías están satisfechas de la marcha de aquel Centro; el Estado francés dice que es el sistema más económico, si la distribución de ingresos se hace sobre la base kilométrica, manera de operar que tiende á generalizarse de día en día.





Italia posee tres Centros de liquidación: la *Intervención de productos* y dos *Intervenciones comunes*. La primera entiende en los servicios del tráfico interior y en las internacionales de viajeros y equipajes; las segundas operan sobre el tráfico internacional de mercancías á pequeña velocidad (la de Turín), y á gran velocidad y doble pequeña (la de Florencia).

Las dos grandes Administraciones italianas están tan satisfechas del sistema y de las liquidaciones fronterizas adoptadas en sus relaciones con el extranjero, que no desean modificación alguna.

Un cierto número de caminos de hierro rusos, han creado un sistema de liquidación que engloba el saldo de cuentas por intermedio del Banco Imperial, sistema que puede pasar por un verdadero modelo.

La base del procedimiento es que todo envío debe ser acompañado hasta su destino por una sola hoja, expresiva del precio de transporte correspondiente al recorrido total establecido por la estación de llegada. La Compañía destinataria es, igualmente, la encargada de la distribución de portes entre las varias por cuyas líneas ha circulado el envío; las liquidaciones se arreglan directamente y las compensaciones de saldos se efectúan remitiendo las Compañías al Banco Imperial relación de las cantidades que les corresponden, ó que adeudan, en vista de las cuales el Banco acredita en la cuenta corriente de cada una las partidas oportunas. Por este servicio cobra el Banco 100.000 francos anuales, que distribuye entre las cuentas de las diversas Compañías.

Consecuencia de esta organización es que el Banco Imperial abre á las Compañías créditos hasta el importe presumible del tráfico directo, y á la vez que las Compañías son deudoras ó acreedoras del Banco, no unas de otras.

Las cantidades liquidadas en el ejercicio de 1897 ascendieron á más de 800 millones de francos, y los saldos á unos 190 millones.

Suecia y Noruega poseen en el *Sindicato (Samtrafik)*, el Centro que organiza el tráfico directo de los ferrocarriles del Estado, de 90 Compañías particulares de ferrocarriles y de navegación y de algunas líneas dinamarquesas.

La liquidación de ingresos se halla encomendada á la Inter-





vención de las líneas del Estado sueco, y la compensación de saldos se verifica por la Caja de estas líneas.

Como las tarifas directas del Samtrafik son de base decreciente con la distancia, y el reparto de ingresos es proporcional á la longitud recorrida en cada línea, resultaría que la participación de los caminos de corta longitud sería insignificante si no se corrigiese la operación adoptando coeficientes de proporcionalidad que benefician á las líneas pequeñas.

Un Sindicato formado en 1895, distribuye en España, con arreglo á tantos por ciento estipulados, los ingresos del tráfico combinado de las Compañías Norte de España, Tarragona-Barcelona-Francia y de Madrid-Zaragoza-Alicante. Las oficinas centrales residen en Madrid, y son auxiliadas por cinco oficinas, establecidas, tres en Zaragoza y dos en Barcelona, cuya misión es comprobar los documentos de contabilidad de las estaciones y formar los estados que diariamente envían á la Central.

Los ingresos por viajeros se registran por las Intervenciones de las Compañías, que remiten cada diez días nota circunstanciada á la oficina Central.

La revisión de las liquidaciones finales incumbe á las Compañías interesadas, que solventan sus diferencias metálicas por medio de cheques.

A su vez, la Compañía del Norte dirige las oficinas de la *Intervención repartidora* de los ingresos por paquetes postales, que corresponden á todas las Compañías del Reino. Los saldos se abonan por la Administración de correos, en cuanto ésta ha liquidado con los caminos de hierro extranjeros.

Por término medio se reparten al año 300.000 pesetas, importe del transporte de 400.000 paquetes postales, gastándose en las operaciones de contabilidad unas 15.000 pesetas, sea 5 céntimos por peseta.

Con algunas ligeras referencias á lo que se practica en la Australia, en las Indias y en el Africa del Sud, termina el ponente esta parte de su Memoria, que completa con una breve exposición de la compleja contabilidad de los alquileres de material circulante por líneas extrañas, de los gastos que origina su entretenimiento y del pago de los saldos, ya en numerario, ya en especie, alternando en los préstamos según lo reclama la afluencia del tráfico.





No menos interés ofrecen las notas relativas á los seguros mutuos de las Compañías contra los accidentes de la explotación, indemnizaciones por heridas y muertes de viajeros, por incendios y por seguros del personal ferroviario.

Trata luego el caballero von Loehr de reducir las diferentes organizaciones de los Centros de liquidación á tipos generales, atendiendo á la centralización absoluta ó parcial por que se gobiernan, á la descentralización que sirve de norma en otros y á la naturaleza de los documentos de la clasificación que puede basarse en los estados de expedición de llegada, ó en ambos á la vez; y al sistema adoptado para la compensación de saldos. Este estudio le conduce á las siguientes consecuencias:

1.<sup>a</sup> Que la identidad de métodos aplicados á la grande y pequeña, redundan en perjuicio de la brevedad, bondad y precio de la liquidación.

2.<sup>a</sup> Que es beneficiosa la agrupación del tráfico de dos direcciones opuestas entre dos estaciones dadas para hacer un solo reparto.

3.<sup>a</sup> Que conviene fijar la unidad monetaria única desde el principio de la operación.

4.<sup>a</sup> Que el saldo de cuentas por intermedio de banqueros es muy recomendable.

5.<sup>a</sup> Que ofrecen múltiples inconvenientes la complicación de tarifas con sus baremos y las liquidaciones provisionales á que obligan.

6.<sup>a</sup> Que las oficinas deben organizarse comercialmente para evitar trabajo y gastos.

7.<sup>a</sup> Que la contabilidad de estaciones ha de simplificarse descartándola de menudencias, con la adopción del franqueo para los paquetes, máquinas contadoras, etc.

8.<sup>a</sup> Que una buena estadística de los gastos de intervención y ajuste permitirá á las Compañías efectuar economías en donde son realizables y necesarias.

Como consecuencia de todo, propone el ponente que, hasta nuevo estudio, debe diferirse el discutir esta cuestión, dejándola íntegra para la próxima reunión del Congreso.





## INFORME DE BLANCHARD

El ponente por los Estados Unidos manifiesta que en aquel país no existe nada análogo á los Clearing-Houses de Inglaterra; las Compañías de los Caminos de hierro americanas han admitido implícitamente la conclusión de que las ventajas y los inconvenientes de aquellos centros se compensan y no hay para qué crearlos.

En dos ocasiones, una en Chicago para el tráfico local, otra con intento de reunir el de todo el país en una sola cuenta, se han propuesto Estatutos para el Establecimiento de los Clearing-Houses; pero en ninguna de ellas ha llegado á prosperar la idea.

En Chicago se encontraron tales dificultades en la práctica á medida que aumentaba el número de Compañías adheridas, que hubo de desistirse del pensamiento. El proyecto más extenso no llegó siquiera á ser firmado.

Los obstáculos que se opusieron á la creación del Centro nacional de liquidaciones, fueron: la enorme superficie del país y el entrecruzamiento de líneas con intereses antagónicos, superficie aumentada con la del Canadá que era preciso traer al Centro; la multiplicidad de líneas que sirven los mismos puntos; sus diversos sistemas de contabilidad, y otros varios de importancia secundaria.

*Discusión.*

Se dió cuenta de los informes de los ponentes, y después de breves palabras del Sr. Marie, el Presidente propuso quedara el estudio del tema para la siguiente sesión del Congreso, acordándose así por la Sección.





## INFORME DE SZAJBELY

Partiendo del principio de que las tarifas en vigor en cada país responden á las necesidades de su tráfico, juzga oportuno el Sr. Szajbely reseñar á grandes rasgos la historia de la tarificación en Austria-Hungría, estudio que le permite afirmar que hasta el año 1881 la agrupación de mercancías no pudo establecerse por las tarifas, que en la década siguiente fué desarrollándose paulatinamente, con los transportes que hacían las grandes casas exportadoras, y, por último, que á partir de 1891 es cuando se crean condiciones propicias para el desarrollo de aquel servicio; con todo, hasta ahora, no llega al 1 por 100 del tráfico de mercancías.

Con suma detención se examinan los diversos puntos que entraña el problema, referentes á si es posible que las Compañías se encarguen del servicio, y á los beneficios que deben establecerse con la mira de favorecer la agrupación.

El ponente se muestra convencido que en otros países poseedores de un régimen de tarifas distinto del de Austria Hungría, se podría preconizar el sistema de la agrupación, pero que en estas dos naciones no existe motivo alguno para favorecer la agrupación de mercancías por expedidores de profesión, haciéndoles beneficiar de tarifas á precios reducidos.

*Discusión.*

Leídas las Memorias de los ponentes, el Sr. Noblemaire hace observar que la reacción producida en Alemania es la consecuencia inevitable del exceso en la tarificación que establece diferencias enormes en los precios del transporte.

El Presidente manifiesta que aun para el servicio internacional de agrupación ofrece inconvenientes, que se traducen: en el retraso de los transportes y en entregar al público en manos de los agrupadores.

La Sección propone en resumen:

«Que en principio y salvo ciertos casos particulares, es de desear que las tarifas y sus condiciones de aplicación se establezcan de manera que se evite la intervención de los agrupadores.»





## TEMA 34.º

**Instrucción profesional de los agentes de los caminos de hierro.**

A.—Esfuerzos hechos por las Administraciones de los caminos de hierro para desarrollar la instrucción técnica de su personal.—Escuelas destinadas á formar el personal técnico.—Escuelas primarias para los hijos de los empleados y operarios del camino.

B.—Medios de comprobar la instrucción de los agentes.—Condiciones de reclutamiento y de ascenso.

Doce Memorias, que en junto suman más de 500 páginas, prueban la importancia que á este asunto concede la Comisión internacional del Congreso, el interés que despierta en sus miembros, así como la preferente atención que le dedican las Compañías, por cuanto esperan retirar de su estudio valiosas conclusiones en provecho propio y en el de sus numerosos empleados, las que, en último término, se reflejan en la bondad y precisión de los servicios.

El ponente, por Francia y Bélgica Sr. Jourde, divide su estudio en los tres siguientes:

1.º Instrucción previa de los candidatos á empleos ferroviarios.—Reclutamiento.

2.º Instrucción profesional de los agentes de los ferrocarriles.—Medios de comprobarla.—Ascensos.

3.º Instrucción de los hijos de los empleados.

Limita su estudio al personal de las Compañías, dejando á un lado el de la inspección del Estado, y circunscribe sus observaciones á las grandes redes, de cuya práctica únicamente pueden deducirse consecuencias de algún valor; los términos medios valen en cuanto se derivan de los grandes números.

Para el estudio del primer punto, le subdivide, en consonancia con las secciones en que prestan sus servicios los empleados: Administración central, vía y obras, explotación, material y tracción, en otros tantos apartados, en los cuales se establecen tres subdivisiones: servicio central, servicio local y operarios. El ponente detalla las funciones de los empleados en cada grupo y los medios de reclutar el personal (concursos en Bélgica, exámenes en Francia), terminando esta primera parte





con asentar los dos principios siguientes: 1.º, el personal ha de estar perfectamente preparado para su cometido, ha de consagrarse por completo á su deber y ser obediente y disciplinado; 2.º, deben elegirse los agentes tan jóvenes como lo consienta el servicio y con los conocimientos generales y profesionales que les permitan colocarse prontamente á la altura de su misión.

Considera los exámenes como el medio mejor de cerciorarse de la instrucción, que ha de completarse con la asistencia á las oficinas y talleres antes de recibir el nombramiento definitivo.

La extensión y prueba de los conocimientos son muy variables; para los agentes superiores quiere una *instrucción sólida*, para los conductores de trenes una práctica mayor que para los factores y empleados de la vía.

Un estudio en el que punto por punto se sigue la marcha indicada, sirve al ponente para ir exponiendo cómo se forma el agente en cada servicio, y cómo pueden sus jefes asesorarse de su progreso, de su actitud, de su aplicación y comportamiento, bases esencialísimas para el ascenso de una á otra categoría. Como resumen de esta segunda parte, se establece la conclusión: Parece ser de interés para las Administraciones de los caminos de hierro, el seguir constantemente los progresos de la instrucción profesional de sus empleados, instrucción que debe adquirirse con la práctica del servicio, su comprobación podrá efectuarse por los agentes de la inspección, por conferencias directas con sus jefes inmediatos; para los servicios de seguridad por frecuentes interrogatorios. El ascenso, que es la sanción de los progresos realizados, parece deber acordarse á la elección y á la antigüedad, debiendo preponderar la elección á medida que se llega á las categorías superiores; en cuanto á la clase de ascensos que han de otorgarse, parece convendría establecer cuadros de categorías y escalafones para los empleos inferiores ocupados por un personal muy numeroso.

De cuanto se ha dicho se deduce que para la preparación al puesto de empleado de los caminos de hierro, hay que considerar tres clases de escuelas. Escuelas primarias, Escuelas superiores, Escuelas de aprendizaje para los operarios. Las Compañías se interesan en el desarrollo y existencia de estas clases de establecimientos por gestión directa, encargándose de su fundación y sostenimiento, ó pagando pensiones á determinado nú-





mero de alumnos que distribuyen entre los hijos de sus empleados.

El Sr. Jourde entiende debe formular la conclusión de que las disposiciones tomadas para facilitar la instrucción primaria y superior de los hijos de los agentes, si no son indispensables en las naciones que tienen una instrucción muy desarrollada, parecen, constituyendo, por otra parte, una medida benéfica de las Administraciones para con su personal, ejercer influencia provechosa en el reclutamiento de los empleados. La organización regular del aprendizaje parece constituir un modelo recomendable para dar á los hijos de los agentes (cuyos servicios conviene utilizar) la instrucción profesional necesaria para los cargos que exigen conocimientos especiales.

A la Memoria del Sr. Jourde acompañan, en numerosos y extensos apéndices, las contestaciones que ha recibido de las Compañías; en ellas constan cuantos detalles conciernen al asunto en Francia y Bélgica, comprensivos de los programas de estudios y hasta de los formularios impresos, para certificar de los resultados de los exámenes, documentos interesantes para el estudio de la cuestión.

Principia el Sr. Killander, ponente por Suecia, recordando el grado de adelanto de la instrucción en su país, merced al establecimiento de los Folkskolar (Escuelas de primeras letras), y de las escuelas dominicales nocturnas, que en un año preparan á los alumnos salidos de las primeras para el ejercicio de cualquier arte, razón por la que no son necesarias las escuelas profesionales para los agentes de los caminos de hierro.

Sin embargo, el incremento de las industrias ferroviarias hace ya sentir la necesidad de una educación profesional más concreta, y á llenar este vacío tiende el proyecto formulado por la Asociación de empleados de los caminos de hierro del Estado, en el que se propone el plan de enseñanza para los agentes de los diversos servicios. En principio, la Administración pública aprobó la propuesta, pero no ha pasado de aquí el asunto.

Ponente por España, Portugal y demás naciones que hablan las mismas lenguas es el Sr. Drouin (León), que divide su trabajo en las dos partes que comprende la cuestión: (A). Esfuer-





zos hechos por las Administraciones de los caminos de hierro para desarrollar la instrucción de su personal. *(B)*. Medios de comprobar la instrucción de los agentes.

En contestación á la primera parte de la pregunta describe á grandes rasgos: la Escuela de Valladolid, establecida por el Ferrocarril del Norte; la de Entrocamento, en Portugal, y las que sostienen las Compañías de Madrid-Zaragoza-Alicante, y de Madrid-Cáceres-Portugal, pertenecientes al grupo de las primarias. Se detiene algo más en la reseña de las comprendidas en el grupo de las destinadas á formar el personal, Escuelas de Madrid (Delicias) y de Lisboa, y en la creada y sostenida en Madrid por la Asociación general de empleados y operarios de los caminos de hierro de España. Los otros medios de instrucción se reducen á servir en las oficinas y talleres de las Compañías, en los cuales aprenden prácticamente los deberes de su cometido, y perfeccionan la instrucción elemental que se les exigió al ingreso.

Reclútase el personal entre las familias de los empleados en activo, excedentes ó fallecidos, y entre los meritorios que hacen su aprendizaje en las dependencias de las Compañías. Para los servicios especiales se escogen á los que en servicios afines revelan aptitudes en consonancia con los cargos á que han de destinarse.

Por lo que concierne á agentes de orden superior, las Compañías no tienen establecida regla alguna; con todo, la Compañía real portuguesa reserva para los Ingenieros de la Escuela nacional, que han hecho sus prácticas en los talleres, estaciones, etc., del camino, un cierto número de plazas en los diferentes servicios.

Los ascensos se confieren, por punto general, al más antiguo, salvo los casos de reconocido mérito ó extremada deficiencia.

En el ferrocarril del Norte se requiere un examen para el ascenso, en los servicios activos, á los cargos que disfrutan más de 2.400 pesetas de sueldo, y en Madrid-Zaragoza-Alicante ningún agente puede ser nombrado jefe de Estación sin un certificado de aptitud. Los ascensos por elección no se rigen por regla alguna.

Complementan el trabajo del Sr. Drouin las instrucciones





dictadas para el ingreso y ascenso en varias Compañías, y los reglamentos de las Escuelas á que hace referencia en el texto de la Memoria.

En una breve nota manifiesta el Sr. Vander Wyck que en Holanda, únicamente la Compañía para la explotación de los ferrocarriles del Estado tiene un curso de mecánica para sus Jefes de depósito de tracción.

Los demás empleados se instruyen en donde y como pueden, puestos á las órdenes del personal ya formado, á cuyo lado se instruyen y completan los conocimientos administrativos para el desempeño de los cargos superiores, á los que ascienden por antigüedad.

La Administración de los caminos de hierro de Noruega ha redactado una nota, en la que expresa que, en cuanto á los funcionarios de categoría superior, no tienen escuelas especiales; que para los de grado inferior ha fundado la escuela de telegrafistas, que admite unos veinte alumnos, elegidos entre los factores y telegrafistas meritorios.

Con subvenciones en metálico y exención de horas de servicio, favorece la Administración del ferrocarril la asistencia de sus empleados á la escuela técnica elemental y á la de maquinistas, ambas en Cristianía.

Los caminos de hierro del Estado no poseen escuelas elementales para los hijos de sus funcionarios.

Por regla general, todo agente del camino, antes de recibir su nombramiento definitivo, ha de practicar durante cierto tiempo en los servicios de la Compañía.

Según la nota de la Administración de los ferrocarriles de Dinamarca, para obtener un empleo en el servicio es preciso, en términos generales, llenar los requisitos siguientes: ser danés, de buena conducta, sano, no exceder de cierta edad y poseer determinados conocimientos, según el empleo á que aspira el candidato.

Para los cargos superiores se requieren el certificado final de la Escuela politécnica ó la licenciatura en derecho, y es título recomendable la práctica en las líneas del Estado. El ascenso





á jefe se confiere después de servir en los puestos inferiores durante muchos años.

Los empleados de la Administración Central, hombres ó mujeres, sufren un examen de entrada; los ordenanzas y mozos han de ser licenciados del ejército y presentar buenas recomendaciones de sus jefes.

En el servicio de vía y obras, se requieren: para el cargo de Ingenieros, los alumnos aprobados en la Escuela politécnica; para el de contables, que reúnan conocimientos y educación comercial; para operarios de la vía, guarda-barreras, etc., que tengan los conocimientos técnicos adecuados al servicio que han de prestar.

Exigiendo á los jefes de tracción conocimientos suficientes, se les releva, sin embargo, del examen último de la politécnica; los contables, han de reunir los mismos requisitos pedidos á los de vía y obras; los Ingenieros constructores han de proceder de la politécnica; los maquinistas se reclutan entre los operarios de talleres, contra maestres, etc., los cuales entran en su cargo mediante examen y ascienden por igual procedimiento.

El Jefe de explotación y sus auxiliares deben satisfacer á condiciones similares á las impuestas á los funcionarios superiores de los otros servicios. Los jefes de estación se eligen entre los subalternos de estas dependencias, que se nombran previo examen, después de servir como meritorios durante diez y ocho meses por lo menos. El examen abarca los conocimientos referentes: á la circulación de trenes; al establecimiento de tarifas; al manejo de los aparatos telegráficos; al servicio de estaciones y organización general del servicio de los ferrocarriles; á la naturaleza del material de transporte; á la red de ferrocarriles del país y á sus enlaces con los caminos de Suecia, Noruega y Alemania; á la traducción del alemán al danés, é inversamente, de las frases concernientes al transporte de mercancías.

En la nota se especifican detalladamente las materias objeto del examen, las notas de calificación provisional y definitiva y los requisitos de todo género que han de reunir los candidatos para su elección y ascenso, figurando, entre ellos, la concesión de nuevas pruebas á los que fracasaron en sus primeras tentativas.





Ningún candidato puede presentarse á examen más de tres veces.

La instrucción profesional de los agentes de los caminos de hierro sufre en este momento en los Estados Unidos un cambio radical según la *Memoria del Sr. Leighton (Geo. B.)* A la par que las Escuelas técnicas, se fundaron hace cincuenta años las de Ingenieros civiles, pero hasta hoy no aparecen los primeros centros de enseñanza para los agentes del movimiento y de la explotación, y todo hace presumir que de aquí á diez años estarán organizados debidamente y en número adecuado á las necesidades del país.

Las escuelas técnicas de Baltimore & Ohio y de Brooks, se fundaron para la enseñanza de constructores de máquinas y de maquinistas.

La Railway Education Association ha organizado para dar la enseñanza á los maquinistas, fogoneros, ajustadores, obreros de la vía y de los trenes, conferencias de sus servicios respectivos, al objeto de hacerlos más útiles, de extender su esfera intelectual y de sustraerlos á los argumentos falaces de los agitadores políticos. Los cursos son esencialmente prácticos, obligatorios, ó facultativos, y por *correspondencia*, á cuyo efecto la Asociación publica folletos, de coste moderado, en los que se desarrolla una lección, y el programa correspondiente, en forma de cuestionario.

Se esperan grandes resultados de este sistema, aún muy reciente para ser juzgado con acierto.

Bajo el mismo plan se ha creado la Escuela internacional de Scranton, cuyos programas se insertan en la Memoria.

Respecto á la instrucción del personal superior, el ponente extracta la Memoria del profesor Sr. Breckenridge sobre «la Escuela técnica americana y sus relaciones con los caminos de hierro», en la cual se mencionan las cuatro facultades ó *colegios* de la Universidad de Illinois, y las condiciones para la admisión en el último (Colegio de las Artes técnicas) que comprende las diversas profesiones del Ingeniero y del Arquitecto; puntualizándose el programa relativo al Ingeniero mecánico de los caminos de hierro, distribuído en cuatro cursos, en los que se dan á conocer las herramientas *intelectuales* en sus clases expositivas,





y las *materiales* en las prácticas de talleres, reservando para el último año los estudios teóricos superiores.

Entre las particularidades de la enseñanza técnica conviene citar la organización de los talleres y salas de dibujo, acerca de cuyas dependencias establece el citado profesor, que según la experiencia, el sistema de Worcester es bueno en Worcester, el de Lehigh en Pensilvania y el de Illinois en el Illinois.

En esta Universidad el alumno invierte 60 horas en el taller de modelos, 90 en la fundición, 90 en las forjas, durante el primer año; 270 en el taller de ajuste en el segundo año.

La Universidad no fabrica para la venta; lo construido se emplea en los talleres de la casa; el fin que se persigue es que el alumno ejercite sus manos y su inteligencia, conozca las propiedades de los materiales, para qué sirven las herramientas de que dispone, sepa leer los planos, y concebir nuevas máquinas, estime á los operarios con quienes trabaja, haga aplicación práctica de las lecciones y disfrute de un excelente ejercicio físico.

Con el laboratorio y el taller se satisface el deseo natural é intenso del americano de ver «girar la rueda», de saber lo que «hay dentro» de «por qué y cómo marcha».

En los laboratorios se practican: ensayos de resistencia de los materiales, de máquinas hidráulicas, de vapor, de gas, etc., en los cuales el alumno aprende: á determinar las causas de pérdidas por todos conceptos; los métodos de investigación; la exposición clara y concreta de los resultados; se familiariza con los tipos industriales de máquinas, adquiere confianza en su habilidad, y fija en su memoria el valor de los métodos y resultados numéricos que ha de seguir en la práctica.

En Lafayette (Indiana), existe la Universidad de Purdue, con enseñanza similar á la reseñada.

En la de Cornell, en Itaca (Nueva York), se halla establecida por el profesor R. Wade Hibbard, la Facultad de Construcciones mecánicas, cuyo programa abarca cuatro cursos, seguidos de uno superior. Los estudios se complementan, durante las vacaciones, en los talleres de los caminos de hierro, para lo cual se han hecho contratos con ciertos constructores de locomotoras é Ingenieros de tracción, para que, previos honorarios remuneradores, se encarguen de la enseñanza práctica de los alumnos.





Un extracto del discurso pronunciado recientemente por el Sr. Hibbard, en la Universidad de Minnesota, en Minneapolis, pone de relieve las ventajas conseguidas por los alumnos educados por su sistema.

El programa del profesor Sr. Meyer, de la Universidad de Wisconsin, dispensa al ponente de entrar en detalles acerca de cómo se enseña el curso de tracción por caminos de hierro en América, y una breve relación del Instituto tecnológico de Massachusetts, le permite completar su trabajo, presentando varios tipos de los centros de instrucción americanos.

En sentir del ponente queda aún mucho por hacer, se necesita un *curso de caminos de hierro* completo y general, que abarque las especialidades de las construcciones civiles y mecánicas. Sobre esta amplia base podrían asentarse las diferentes profesiones, que bien preparadas darían en breve tiempo resultados más fructuosos que los obtenidos hasta ahora con una experiencia penosamente adquirida. Las Compañías aceptan ya el personal que sale de las escuelas, y sus empleados envían sus hijos á educarse en las escuelas técnicas.

La admisión se verifica de ordinario mediante examen; el ascenso favorece á los candidatos, ya en servicio, después de información seria sobre sus antecedentes en un período de algunos años.

El ponente por Suiza, Sr. Diexler, enumera las disposiciones de la Constitución federal de 1874 referentes á enseñanza técnica, y las adoptadas por las Compañías de ferrocarriles para la preparación de su personal y para la enseñanza de los hijos de empleados en las líneas.

Entre las escuelas del Estado se mencionan: el Politécnico de Zurich, que prepara el alto personal técnico de Ingenieros; la Escuela de Caminos de hierro de Bienna, cuyo objeto es formar teórica y prácticamente los agentes de estaciones, de trenes y los aspirantes á los servicios de la Administración Central, tareas que comparte con la Escuela de Caminos de hierro de Saint Gall.

Las Compañías tienen establecido que los jefes de servicio sean instructores del personal á sus órdenes; además, subvencionan las escuelas técnicas y de comercio. La de San Gotardo,





á causa del numeroso personal alemán que cuenta en sus líneas y de la posición aislada en que se encuentra, se ha visto en la necesidad de crear escuelas primarias en Bellinzona, Chiasso y Luino, á las cuales asisten los hijos de los empleados conducidos gratuitamente en los trenes de la Compañía.

Para la admisión de candidatos y ascensos del personal las Compañías exigen diferentes requisitos, según la clase del servicio de que se trata, se prescribe la edad mínima, las condiciones de salubridad, la exención de defectos físicos, el grado de instrucción, etc. Después del examen de ingreso, el candidato ha de ejercitarse en el servicio, y es objeto de exámenes y preguntas de sus jefes para cerciorarse de su aptitud y de su comportamiento antes de ser nombrado agente de la Compañía.

Ya en servicio, todo agente debe ser examinado cada cuatro años, y cuando pretenda pasar de un servicio á otro diferente. El examen abarca la inspección de las colecciones de reglamentos, instrucciones y circulares que debe formar el empleado, las cuales han de encontrarse completas, con los suplementos y las rectificaciones acordadas puestas en sus respectivos lugares con las tachaduras pertinentes. En caso de no salir airoso de la prueba se concede al examinando un plazo de cuatro semanas para prepararse, y si en el nuevo ejercicio no consigue calificación satisfactoria se le asignan funciones en consonancia con sus conocimientos ó se le despide.

Las instrucciones dictadas por la Compañía de San Gotardo, que se extractan en la Memoria, puntualizan las funciones de los jefes y subalternos respecto de exámenes y ascensos.

Ninguna de las Administraciones italianas posee un conjunto de disposiciones encaminadas á desarrollar la instrucción técnica de sus agentes, según expone el Sr. Scolari (León), ponente por el reino de Italia. En este punto se limitan á enviar á sus agentes á los Congresos, Exposiciones y lugares en que pueden estudiar alguna mejora ó idea nueva. También invitan á sus Ingenieros á concurrir al curso especial de Electrotecnia, del Museo de Turín, y á sus agentes de las estaciones fronterizas al curso que en el mismo Museo se da á los empleados de Aduanas, que ya conocen prácticamente los medios de distinguir y comprobar las mercancías.





Para formar el personal de tracción, se han creado escuelas de alumnos-fogoneros, anejos á los depósitos de máquinas, á las cuales, ya desde un punto de vista militar, ya en previsión de generalizarse las huelgas, el Ministro de la Guerra ha enviado soldados forjadores, maquinistas, y de oficios similares, que sin perjuicio de la disciplina se adiestran en la conducción y reparación de locomotoras.

Con idénticos fines se han instituído escuelas de alumnos operarios por las Compañías del Mediterráneo y por los ferrocarriles sicilianos; en la red del Adriático se da preferencia á los obreros que han frecuentado con provecho una escuela profesional.

Pero estas escuelas, como la creada con brillantes auspicios en 1871 por el Ingeniero Sr. Martorelli, no han llegado á constituirse definitivamente; la continua modificación de sus planes de estudios y reglamentos, indica que aún queda mucho por andar.

Con objeto de atender á la educación é instrucción de los hijos de empleados, las Compañías subvencionan unas veces y han creado otras, escuelas de primera enseñanza, como la de Modane, á la entrada del gran túnel del Mont Cenís; la de Cepreno, en el despoblado entre Roma y Nápoles; la de Metaponto, perdida en un desierto castigado por la *malaria*, y la de Chiasso, en la línea de San Gotardo. Los alumnos se dirigen á las clases en los trenes regulares del servicio.

Las Compañías han concedido subvenciones en metálico, pagando además determinado número de pensiones á los Colegios de Ceccano y Vérolí, para contribuir á su mantenimiento y tener el derecho de enviar á los hijos de sus empleados que satisfagan á determinados requisitos.

Admite la Compañía del Mediterráneo á los candidatos provistos de certificados, y después de exámenes variables con la importancia del cargo á que aspiran en clase de (*avventizi*), temporeros, en la cual permanecen de doce á diez y ocho meses, pudiendo ser despedidos sin formalidad alguna si su trabajo no es satisfactorio: transcurrido el plazo indicado se le nombra (*stabile*) en propiedad.

La Compañía del Adriático tiene un sistema diferente, conceptuado por el Sr. Scolari como preferible. Nombra á sus





agentes *in prova*: durante varios años el candidato se ejercita é instruye, y los que no dan esperanza de éxito son despedidos.

Los ascensos consisten en aumento de sueldo y en pase al grado inmediato, que se concede por elección, sin regla fija; pero ateniéndose á los informes de los jefes, al resultado de concursos entre los aspirantes, ó exámenes sobre asuntos prácticos.

En la Memoria del ponente por Hungría Sr. Kiss (Jean), se examinan con detalle los diversos puntos que abraza la cuestión, concretándose á lo hecho en las redes del Estado que comprenden 12.912 kilómetros, de los 15.750 construídos en aquél país.

En un principio á falta de escuelas los empleados se formaban en el servicio corriente, bajo la dirección de los jefes. Con posterioridad la Escuela de Comercio, subvencionada por el Estado, tomó á su cargo la instrucción de los empleados de movimiento; pero como su fin era muy distinto del que perseguían las Compañías, se acordó crear una escuela de caminos de hierro, para instruir á los candidatos ya libres, ya propuestos por las Compañías, y á los agentes de éstas ya en servicio. Los alumnos aprobados tienen derecho á que se les nombre en calidad de *aspirantes* para una línea del país; en este cargo han de permanecer por tres meses, y en caso de juzgarse suficientes sus merecimientos son confirmados en propiedad. Para el ascenso á jefes de estación, sufren un nuevo examen.

Los agentes técnicos se educan en la Escuela politécnica; los que logran el diploma son admitidos sin otros requisitos, los demás pueden ingresar como *ingenieros jornaleros* y son nombrados cuando completan sus estudios.

Los contables sufren un examen al terminar el aprendizaje que durante doce meses practican en las oficinas Centrales.

Los agentes subalternos del servicio de explotación se reclutan, en general, entre los que poseen la instrucción de las Escuelas secundarias y se perfeccionan en el servicio, dirigidos y educados por los jefes de estación. Comisiones especiales del servicio central se destinan al examen de los candidatos y les expiden los certificados á que se hacen acreedores.

Diariamente, en todas las estaciones, se dedica una hora á la instrucción del personal de estaciones y trenes; y en las de





depósito y clasificación á preparar los candidatos á revisores del material.

Para contra maestres, maquinistas y vigilantes de locomotoras, los ferrocarriles del Estado admiten en sus talleres, pagándoles su jornal, alumnos de taller y aprendices, cuya edad oscile entre 14 y 16 años.

Asiéntase como principio fundamental de servicio, que todos los agentes de los grados superiores tienen el deber de instruir á sus subordinados para prepararles á los cargos más altos á que puedan llegar y de comprobar constantemente sus aptitudes.

Es de rigor para la admisión que los candidatos sean ciudadanos húngaros, que posean perfectamente el idioma oficial (el húngaro), que tengan á lo menos 18 años y una conducta irreprochable.

Para evitar abusos, los parientes en línea ascendente ó descendente, los colaterales hasta el tercer grado, los afines por matrimonio hasta el segundo, y los padres é hijos adoptivos no pueden ser subordinados unos de otros, ni nombrados para cargos en que tengan que intervenirse.

Las mujeres pueden ser empleadas en servicios especiales, siempre que hayan terminado satisfactoriamente los estudios de las cuatro clases de la Escuela secundaria de niñas.

Los agentes pasan á una clase mejor retribuída por ascenso, á una categoría superior por elección. El ascenso, en caso de servicios irreprochables, se verifica siguiendo un orden determinado; para la elección se requieren, además, capacidades y méritos.

Ningún agente puede permanecer más de uno ó dos años como meritorio; transcurrido dicho plazo, ó son nombrados en propiedad, ó son despedidos si no llenan las condiciones requeridas.

Al tiempo de entrar en servicio se exige juramento de desempeñar honradamente sus cargos.

Por la Dirección de los caminos de hierro se designan los puntos en que han de abrirse escuelas para los hijos de los empleados; se cuida de establecer las fundaciones y de proveerlas de material de enseñanza sin esperar la autorización del Estado, que de ordinario procede con calma, comunicándolo luego al





Ministerio de Instrucción pública, que se encarga de la gestión de los establecimientos, liberando á la Dirección de los caminos de hierro de estos gastos á medida que se lo permiten los recursos. Actualmente la Administración de los ferrocarriles dedica 163.700 francos anuales para sostenimiento de escuelas de hijos de empleados; entre ellas los Colegios de pensionistas de Szeged y Kaposvár.

Rusia, que en los últimos treinta años ha construido casi por completo su red de cerca de 50.000 kilómetros, ha tenido que formar el personal de sus caminos en todos los órdenes y jerarquías, según asienta el Sr. Sytenko en su informe acerca de aquella poderosa y extensa nación.

La diversidad de razas que gobierna, sus diferentes lenguas y dialectos, los inmensos espacios sin poblaciones de gran importancia, tanto en Europa como en Asia, el estado de la Industria y de la Instrucción pública, han obligado al Ministerio de vías de comunicación á crear un departamento especialmente encargado de la instrucción del personal de ferrocarriles, después de los esfuerzos que aisladamente habían hecho varias Compañías.

Hoy día la red de ferrocarriles rusos invierte anualmente 3.200.000 francos en el sostenimiento de 32 escuelas técnicas, contribuyendo á razón de 56,24 francos por kilómetro para reunir el gasto presupuestado.

Los establecimientos técnicos á cargo del Ministerio de vías de comunicación preparan el personal de Ingenieros y el de técnicos, sin perjuicio de la parte que en este trabajo compete á los empleados de la explotación de los caminos de hierro.

Además de los establecimientos indicados ha sido preciso facilitar la instrucción y enseñanza de los hijos de los empleados, creando escuelas de enseñanza primaria, con una y dos clases, en las cuales se invierten anualmente 1.080.000 francos.

A la cabeza de los establecimientos de enseñanza figura el Instituto de vías de comunicación del Emperador Alejandro I de San Petersburgo, y la Escuela Imperial de Ingenieros de Moscú. En segundo término las 32 escuelas técnicas repartidas por todo el imperio, que reciben de preferencia como alumnos á los hijos de los empleados; independientemente de estos centros





contribuyen al mismo fin: el Instituto de Ingenieros civiles; la Academia de Ingenieros militares de San Nicolás; el Instituto tecnológico de San Petersburgo y otros de la misma índole.

El Instituto de Alejandro I, forma la categoría superior de Ingenieros: de sus aulas salen también los que se consagran á la investigación científica y á la enseñanza. La Escuela de Moscú prepara los Ingenieros prácticos, de la especialidad del constructor; sus programas, menos extensos que los del Instituto, contienen, sin embargo, cuanto interesa al ejercicio de la profesión; sus lecciones son más bien prácticas que teóricas, y su régimen casi militar.

En las escuelas técnicas se admiten candidatos de 14 á 18 años, con los estudios de las escuelas elementales; los alumnos permanecen en las Escuelas cinco años recibiendo nociones de varias ciencias y artes, sin otras clases orales que la de Religión, y practicando en los talleres el aprendizaje de los distintos oficios de la construcción.

La práctica ha hecho reconocer la necesidad de especializar algunas Escuelas dedicándolas á los agentes del servicio de la vía, y á este fin se han creado las de Sebastopol y de Nicolâis, cuyos planes de enseñanza, sin alterar el número de clases y de horas de trabajo, se acomodan mejor al objeto perseguido.

Del recuento de personal en 1.º de Enero de 1898, resultó que existían en los caminos de hierro:

232.662	agentes y operarios de planta.
---------	--------------------------------

27.666	idem temporeros,
--------	------------------

153.824	idem provisionales.
---------	---------------------

<u>414.152</u>	en junto.
----------------	-----------

A todos los aspirantes se les exige el conocimiento de la lengua rusa y la instrucción técnica necesaria. Generalmente han de tener 21 años de edad, pero á veces se admiten desde 18.

Los agentes que no proceden de la Escuela se educan en los talleres y en los servicios de explotación y movimiento bajo la inspección de sus jefes inmediatos, ó en escuelas especiales creadas por vía de ensayo en algunas líneas.

El ponente, encomiando los esfuerzos colosales hechos en Ru-





sia para reclutar el personal, reconoce que aún son escasos, que debe proseguirse sin cejar, procurando extender de día en día el campo de instrucción hasta proporcionarle á las necesidades del servicio.

Ponente por Austria fué el Sr. Röhl (Víctor), quien después de dar ligera idea de la organización de los servicios en los ferrocarriles austriacos y de la clasificación del personal de los mismos, entra en el estudio de los diversos puntos de la cuestión.

Aunque no sea de rigor, los empleados de las categorías superiores han de poseer títulos de ingenieros ó juristas; los empleados subalternos continúan penosamente educándose en los servicios, abandonados á sus propias fuerzas por no haber llegado á consolidarse las Escuelas abiertas en distintas épocas, ni á plantearse la Academia de caminos de hierro. Ultimamente la Academia de Comercio de Linz ha establecido la enseñanza para candidatos á los empleos de los caminos de hierro y á su ejemplo se proyecta abrir cursos dedicados al mismo fin en la Escuela Superior de Comercio de Aussig-s-Elba.

Los aspirantes á los puestos superiores deben reunir los títulos especiales, ó sus similares, que los acrediten aptos para el desempeño de sus cargos; los que aspiran á empleos medios han de probar los conocimientos de la enseñanza secundaria y en general han de sufrir un examen de ingreso; los agentes ordinarios y subalternos han de haber asistido á las Escuelas de primeras letras, ó ser licenciados del ejército. Para los empleos desempeñados por mujeres se prefieren las viudas ó huérfanas de empleados; las que sirven en la vía han de reunir condiciones especiales.

Además de los requisitos enunciados se exige: ser de nacionalidad austriaca, célibe, de buenas costumbres, de determinada edad, cuyos límites varían en las Compañías; de buena constitución física, no haber sido despedido de otra Compañía por faltas graves, ni declarado culpable por los tribunales del país.

El ponente pasa revista á la manera de dar, en las diversas líneas del Estado y de las Compañías, la instrucción profesional á los agentes en servicio. En términos generales, ningún candidato es nombrado en propiedad sin haber practicado du-





rante cierto tiempo en las operaciones de su cargo. Ya admitido, tiene que asistir á las conferencias periódicas de sus jefes, someterse á los exámenes que juntamente con los informes de éstos sirven para acreditar los progresos del empleado, ó su retroceso en las aptitudes anteriormente acreditadas, en cuyo caso es separado del servicio y no puede volver á él sino mediante nuevo examen.

Los médicos de la Compañía tienen la obligación de instruir al personal de todos los servicios en los primeros cuidados que, en caso de accidente ó enfermedad repentina, han de darse á los heridos ó enfermos.

Disposiciones generales rigen el aprendizaje en los talleres, y en la escuela creada por el Club de funcionarios de los caminos de hierro austriacos, en la cual se dan, en dos cursos, las enseñanzas referentes al servicio de explotación y movimiento.

La última parte de la Memoria, así como una nota que con posterioridad presentó al Congreso el Sr. Röhl, se refieren á los sueldos y condiciones de ascenso. Por lo que atañe á los primeros, presenta en varios cuadros las escalas de sueldos y salarios. En cuanto á los segundos, no se prefijan plazos para el ascenso, y cuando existen se limitan al avance en cada categoría, nunca al paso de una á otra.

Como consecuencia sienta el Sr. Röhl:

1.º Sería conveniente que las Escuelas técnicas y las Universidades extendieran la enseñanza en el sentido de dar más importancia á los asuntos que atañen á los caminos de hierro.

2.º Es de desear la creación de Escuelas especiales para los candidatos á los empleos de los caminos de hierro, y que únicamente sean admitidos en los servicios los jóvenes que hayan terminado sus estudios en dichas Escuelas.

3.º Mientras no se establezcan Escuelas, sería ventajoso abrir cursos de perfeccionamiento, bien comunes á todas las administraciones, bien particulares en cada una.

4.º Sería útil uniformar las condiciones de ingreso y de ascenso, haciéndolas comunes á todas las líneas de un país. El ascenso debe instituirse de suerte que los agentes que por sus estudios ó por sus aptitudes no puedan llegar á los grados superiores, tengan la seguridad de que cumpliendo bien, pueden contar con aumentos de sueldo en plazos fijos, aunque, en último término,





no puedan subir al máximo establecido para la categoría.

*Discusión.*

Los ponentes hacen el resumen de sus informes y se inicia la discusión entre los partidarios de las Escuelas preparatorias y exámenes, y los que preconizan que la práctica del oficio, el espíritu de disciplina, la actividad, la percepción rápida, la iniciativa y la buena salud, son las cualidades que, en primer término, deben exigirse al ingreso, así como juzgan preferible la *elección* á la antigüedad para el ascenso.

En la imposibilidad de encajar ambas tendencias en una sola fórmula, se acuerda:

«1.º En lo concerniente al reclutamiento del personal:

Que no habiendo sido posible ponerse de acuerdo acerca de este punto queda á la orden del día para la próxima sesión del Congreso.

2.º En lo referente al ascenso:

Que debe atenderse á la antigüedad para el aumento de sueldo, y á la elección para el ascenso á cargos de mayor importancia y responsabilidad.»





## TEMA 35.º

**Sociedades cooperativas y economatos.**

Aplicación de las Sociedades cooperativas de consumo al personal de los caminos de hierro.—Comparación de estas instituciones con los economatos.

¿En qué grado las Administraciones deben intervenir en el establecimiento de estas instituciones?

*Ponente.*—Lemercier (Marcelo).

## INFORME DE LEMERCIER

Entre las 66 contestaciones al cuestionario dirigido por el ponente á las Compañías de caminos de hierro, 30 provienen de las Compañías inglesas, australianas, americanas, prusianas, etc., cuyo personal no disfruta de institución alguna que coadyuve á fin de hacerle menos gravosos los gastos de la vida; 16 se refieren á Compañías que regentan economatos, y 20 á aquellas cuyo personal ha formado asociaciones cooperativas.

Los Economatos son instituciones creadas y regidas por las Compañías, á los cuales éstas prestan su apoyo con franquicias de locales, transportes reducidos, subvenciones, etc... Expenden al personal, al precio de coste, artículos de subsistencia, ropas y aun medicamentos.

Las Sociedades cooperativas, deben su origen á la previsión de los mismos empleados; se gobiernan por delegados nombrados por estos; pero de ordinario reciben auxilios de las Compañías interesadas en el bienestar de su personal. Suministran los mismos artículos que los Economatos, ya al precio reducido de coste, ya á los precios comerciales de la plaza, en cuyo caso el remanente, ó beneficio anual, se emplea en mejoras y extensión de los servicios, en formar un fondo de reserva para los malos tiempos que puedan sobrevenir, y en repartos entre los asociados á prorrata del consumo de cada uno, con lo que se procura excitar el deseo del ahorro.

Tanto los Economatos como las Sociedades son combatidos por el comercio local, que ve en aquéllas instituciones causa de disminución de beneficios y competencia ilegal en las subven-





ciones de las Compañías, por lo que intenta destruirlas, ó por lo menos poner trabas á su desarrollo. Para combatir esta malquerencia se ha procurado interesar al comercio entregándole parte de los suministros á cambio de reducciones en los precios de venta.

Concluye el ponente que en consideración á que los Economatos y Sociedades cooperativas contribuyen en gran manera al bienestar de los empleados y obreros de los ferrocarriles, á su progreso moral y á consolidar la paz, son oportunas las siguientes propuestas:

1.<sup>a</sup> Los Economatos y Sociedades cooperativas son instituciones patronales y benéficas que no deben ser asimiladas á las Empresas comerciales, ya que no retiran beneficio alguno.

2.<sup>a</sup> Es indiferente la creación de cualquiera de estas instituciones; pero debe procurarse que el beneficio anual se distribuya entre los asociados.

3.<sup>a</sup> Las subvenciones de las Compañías no son más que un suplemento del sueldo ó salario que abonan á sus empleados. Sería, sin embargo, prudente, procurar inteligencias con el comercio local por una parte, y por otra inmiscuirse lo menos posible en la gerencia de las instituciones.

4.<sup>a</sup> Es de desear que, sin perder su carácter benéfico, se multipliquen y desarrollen estas Sociedades, en interés común de las Administraciones de los caminos de hierro y de su inmenso personal, tan digno, por todos conceptos, del cuidado y protección de sus jefes.

#### *Discusión.*

Leídos los dictámenes, intervienen los Sres. Noblemaire, Heurteau, Huguet, Stockmar y de Ludvigh, respecto de la ingerencia en mayor ó menor grado de las Compañías en asuntos de la iniciativa y provecho de su personal, y se acuerda proponer al Congreso:

«1.º Los Economatos son instituciones patronales no asimilables á las Empresas comerciales; constituyen un medio de aumentar indirectamente los sueldos y salarios del personal.

En igual caso se encuentran las Sociedades cooperativas.





2.º Unas y otros son susceptibles de prestar grandes servicios al personal de los caminos de hierro.

Las Sociedades que reparten en forma de dividendos anuales los beneficios, son altamente recomendables, por cuanto tienden á desarrollar entre el personal ideas de ahorro y de previsión.

3.º Es de desear se multiplique la creación de esta clase de Sociedades.





## TEMA 36.º

**Simplificación de los reconocimientos en las Aduanas.**

Medios de facilitar los reconocimientos aduaneros en la frontera, y de reducir las paradas por medio de estaciones comunes y de servicios mixtos de Aduanas.

*Ponentes.*—Margot, por todas la naciones, menos las representadas por  
El Sr. Prahacs (Julio), designado para Austria-Hungría, Rumania,  
Países Bajos, Luxemburgo, Suiza y Alemania.

Las Memorias de ambos ponentes enumeran las molestias bien conocidas que experimentan los viajeros al atravesar las fronteras de una nación, y las trabas sin cuento que entorpecen el comercio internacional con los registros, con las demoras que alargan los plazos de transporte, y con los daños que á veces sufren las mercancías; pero reconocen que por el momento no es fácil hacer renunciar á los Estados á estas fuentes de ingresos, y á la par armas defensivas contra la producción exterior, por lo que se limitan á consignar como resultado de su estudio las conclusiones que á continuación se transcriben, inspiradas en el desarrollo que hoy tienen las comunicaciones internacionales, bien distinto por cierto del que ofrecía cuando se sentaron las bases de la actual legislación de Aduanas.

El ponente Sr. Margot, propone:

- 1.º La estación internacional única es preferible á las dos aduanas fronterizas. Para aprovechar las actuales instalaciones, convendría habilitar una sola estación como internacional.
- 2.º En los trenes internacionales rápidos ó expresos que atraviesen la frontera, sin descomposición, la visita debe efectuarse en marcha.
- 3.º Para los otros trenes internacionales procede:
  - (a) Generalizar la visita en marcha de los bultos de mano.
  - (b) Multiplicar para los equipajes el empleo de furgones ó departamentos precintados.
  - (c) Aumentar las aduanas interiores.
- 4.º Debe procurarse que los viajeros de los trenes locales que no lleven bultos de mano, ni equipajes, no tengan que pasar por la aduana.
- 5.º Las horas de despacho deben acomodarse á las de servicio en el camino de hierro:





- (a) Organizando si es preciso el registro nocturno.
- (b) Disponiendo los domingos y días feriados la visita al romper el día para la gran velocidad, y para los vagones completos de pequeña.

Reducir las tarifas especiales para el despacho en horas suplementarias.

6.º Las aduanas deberían conceder á los agentes del camino de hierro que redactan las declaraciones, la facultad de corregirlas en vista del resultado del registro de la aduana, para subsanar los datos insuficientes ó erróneos.

En concepto del Sr. Prahacs, sería oportuno establecer convenios internacionales que reglamentaran las operaciones aduaneras, con objeto de asegurar á los caminos de hierro las facilidades inherentes á la naturaleza de su tráfico.

#### *Discusión.*

El Sr. Margot lee su informe; el Sr. Zellers da cuenta del redactado por el Sr. Prahacs, ausente.

El Sr. Presidente comunica que el Congreso internacional de Aduanas se ha ocupado en el asunto, y procede á la lectura de una nota presentada por el Sr. Barabant.

Alberto Sartiaux propone que la visita se verifique en la estación de salida.

El Sr. Forbes señala las dificultades que ha encontrado el proyecto franco-inglés, y dice que á pesar de registrarse los equipajes á la llegada en París y Londres, la operación es larga y penosa en cuanto se reunen dos ó más trenes.

La Sección acuerda adherirse á las conclusiones del Congreso de Aduanas que establecen:

- A. Reducir el tiempo del registro.
- B. Visitar en marcha los bultos de mano en los trenes internacionales, y aceptar los saldos del adeudo en moneda divisoria extranjera.
- C. Anunciar las tarifas de los artículos que de ordinario conducen los viajeros.
- D. Visitar los equipajes á la salida, y á este efecto establecer aduanas extraterritoriales, en las que los agentes puedan reprimir los fraudes que se intenten.





Sería de desear que la visita en marcha se extendiese á todos los trenes y á los equipajes.

Respecto de las mercancías se recomiendan: las aduanas interiores; organizar el servicio de aduanas de acuerdo con el de transportes internacionales.

Aconsejase que los agentes de los caminos de hierro puedan rectificar sus declaraciones en el momento del registro, para eximirles de las multas que se les imponen por declaraciones erróneas, debidas de ordinario á las notas insuficientes de los expedidores.





## TEMA 37.º

**Influencia de los caminos de hierro económicos  
en la riqueza pública.**

Estudiar la influencia de los caminos de hierro en el desarrollo de la riqueza pública, y particularmente en el tráfico de las arterias principales desde su establecimiento en las regiones respectivas. ¿Cuáles son las características de esta influencia?

*Ponente.*—Burlet, por Bélgica y los Países Bajos.

Nota del Sr. Colson, acerca de Inglaterra, Francia y Alemania.

## INFORME DE SR. BURLET

No ha sido posible estudiar detenidamente esta cuestión por la escasez de datos suministrados á los ponentes por las Compañías á las cuales habían dirigido el cuestionario, en términos que el Sr. Burlet propuso al Comité del Congreso aplazara la cuestión. El Comité, considerando la importancia del asunto, prefirió mantenerle á la orden del día, aunque no fuese más que para reunir abundantes datos que permitieran un examen detenido en la sesión próxima.

Abundando en el mismo pensamiento el Sr. Colson, se limita á publicar las contestaciones recibidas y á excitar el celo de las Administraciones de los caminos de hierro, para que durante las sesiones del Congreso hagan conocer las dificultades con que han tropezado para contestar al cuestionario y las modificaciones que convendría introducir para facilitar las respuestas.

Según el Sr. Burlet, la construcción de los caminos de hierro económicos tiene por consecuencia:

- 1.º Crear relaciones más rápidas y económicas entre el campo y las ciudades en beneficio de la Agricultura.
- 2.º Desarrollar los negocios comerciales é industriales.
- 3.º Suprimir la costosa carretería.
- 4.º Reducir el precio de los objetos de consumo.
- 5.º Provocar la creación de nuevas industrias y asegurar el trabajo á los operarios.
- 6.º Dar valor á materias que antes no podían exportarse.
- 7.º Procurar al Estado economía en el servicio de correos.





- 8.º Reducir el coste de conservación de las carreteras.
- 9.º Aumentar los ingresos de los caminos de hierro de primer orden.

#### *Discusión.*

El Sr. Burlet presenta un trabajo claro y concreto acerca del tema, que suscita la intervención de los Sres. Colson y Level respecto de la oportunidad de las conclusiones. El señor Bruyn, señala las ventajas que podría obtener el público sirviéndose de los teléfonos de las líneas secundarias.

La sesión concluye:

«Que apreciando en cuanto valen los trabajos reseñados, conviene demorar el estudio del tema hasta la próxima sesión del Congreso, é invitar á las Compañías y Gobiernos que contesten detalladamente al cuestionario para resolver en asunto de tanto interés.»





## TEMA 38

**Medios para desarrollar los caminos de hierro económicos.**

Los dos ponentes nombrados para esta cuestión, el Sr. Tatlow por Inglaterra y el Sr. Acworth por los demás países, se concretan á hacer resaltar los beneficios que son de esperar de la ley inglesa de 1896, concebida con un espíritu amplio y liberal, pero acerca de la que no es posible, por el corto tiempo transcurrido, formular conclusiones definitivas. El Sr. Acworth se excusa de no haber redactado su Memoria por carecer de datos que no ha conseguido reunir sobre la legislación de los diferentes países acerca de los cuales debía informar.

*Discusión.*

El Sr. Svientzitzki, manifiesta que en Rusia existen muchas concesiones en circunstancias muy especiales.

La Compañía entrega á la gran línea con la que enlaza, el capital para la construcción de la línea secundaria que proyecta, ó la construye por su cuenta. La gran línea pone el material movable y explota el camino. Los ingresos procedentes del transporte se abonan en la cuenta de la línea secundaria, excepción hecha de un céntimo por tonelada kilométrica que se destina á la amortización. Conseguida ésta, el camino queda de propiedad de la gran línea.

El Sr. Level y otros varios miembros presentan observaciones en la discusión, que termina con las siguientes conclusiones:

- «(a) Reducción de gastos de establecimiento del camino.
- (b) Subvenciones del Estado, pueblos, Compañías, etc.»





## TEMA 39

**Cruzamiento de las grandes líneas por las líneas económicas.**

El ponente Sr. Schuler (Oscar) describe los diferentes sistemas que se conocen para asegurar la circulación por los cruza-  
mientos de dos líneas, y hace notar las onerosas sujeciones que imponen al tráfico las travesías, así como los enormes gastos de conservación y de guardería á que conducen.

*Discusión.*

El Sr. Schuler dió cuenta de su estudio sentando que se poseen medios de subsanar los inconvenientes de las travesías.

El Sr. Burlet, aceptando la conclusión apuntada, cree que los pasos á nivel no deben aceptarse sino en casos excepcionales.

Otros miembros sostienen la opinión contraria, entre ellos el Sr. Mestreit, que dice que de lo que se trata no es de saber si se suprimirán ó no las travesías á nivel, sino los medios de atenuar los inconvenientes, y el Sr. Guerrero pide que la Sección haga notar por lo menos los perjuicios que irrogan.

La Sección entiende: que conviene evitar los pasos á nivel en las líneas de gran tráfico, solución, de ordinario, cara y peligrosa. Que en las líneas secundarias la conclusión no se presenta tan absoluta.

Para los pasos ya construídos, la Sección se refiere á los procedimientos propuestos por el ponente, para disminuir los inconvenientes en la explotación.





## TEMA 40

**Transportes de los productos agrícolas á las estaciones de los caminos de hierro.**

¿Cuáles son los mejores medios para conducir los productos del campo á las estaciones de los grandes caminos de hierro?

*Ponentes.* —Gardner, por Inglaterra y sus colonias.

Harahan (James T.), por los Estados Unidos.

Godfernaux (Raymond), por las demás naciones.

## INFORME DE GARDNER

Considera el Sr. Gardner que sería ventajoso para los agricultores y para los caminos de hierro idear un sistema de transporte cooperativo, desarraigando las rancias preocupaciones del agricultor inglés, fundadas en el temor de que sus vecinos se enteren de la marcha de sus negocios.

Para mostrar prácticamente el resultado obtenido, describe las líneas secundarias y agrícolas que la Compañía del Great Eastern Railway ha construído, como ramas de su red, para ir á buscar la producción del campo en sus mismos orígenes, y de su estudio concluye:

«Que en los distritos en los que pueden recogerse cantidades considerables de productos agrícolas, de mucho peso, la experiencia muestra la ventaja de establecer líneas secundarias de reducido coste, á fin de disminuir los portes y de fomentar la extensión del cultivo de aquellas plantas que pueden ser expedidas á los grandes centros de consumo.»





## INFORME DE HARAHAH

El Sr. Harahan manifiesta, que en América los labradores conducen por sí mismos, sin intermediarios, los productos agrícolas á las estaciones de los caminos de hierro, esperando el tiempo seco, pues por lo general, los caminos están intransitables cuando llueve.

Tal vez por esta razón no se ha desarrollado la construcción de ferrocarriles secundarios como los de Europa, á pesar de haberlos establecido algunas fábricas azucareras.

Concluye su trabajo recomendando la instalación de tranvías eléctricos, á semejanza de los que se construyen actualmente en los Estados Unidos para otros servicios, y describiendo un carro de transporte que puede ser remolcado por los coches del tranvía.





## INFORME DE GODFERNAUX

El Sr. Godfernaux pasa revista á los diferentes medios de transporte que mejor pueden adaptarse á este servicio, como son: los ferrocarriles secundarios, los tranvías rurales y los automóviles de carga, deteniéndose en la descripción de los vehículos de esta última clase que han sido presentados en los concursos de 1897-98, y concluye su trabajo con las siguientes proposiciones:

1.<sup>a</sup> Que en interés de los ferrocarriles y de los agricultores, conviene fomentar el desarrollo de agentes recoveros, que recojan en los campos los productos y los conduzcan á las estaciones.

2.<sup>a</sup> Que interesa á ambas partes la rapidez del transporte, la pérdida de tiempo en las estaciones, ya en los transbordos, ya en la llegada

3.<sup>a</sup> Que el precio de la conducción sea muy pequeño para que el agricultor encuentre ventaja en el transporte por carriles sobre el transporte carretero.

*Discusión.*

A la lectura de las ponencias siguen breves observaciones de los individuos de la Sección y se acuerda:

«Que importa á las Compañías facilitar la organización del servicio de transportes de los productos del campo á las estaciones por el intermedio de agencias de recoveros que procuren mayor capacidad de transporte, más economía y rapidez que los medios actuales.

En este sentir debe fomentarse el establecimiento de líneas automóviles.»





## TEMA 41

**Coches y vagones para los caminos de hierro económicos.**

Material preferible para los caminos económicos de perfil movido, al objeto de llegar hasta el origen del tráfico.

Ventajas é inconvenientes de los coches con pasillo interior montados en bogies y provistos ó no de compartimientos para equipajes.

*Ponente.*—Rechter.

## INFORME DE RECHTER

Desde la última sesión del Congreso reunida en San Petersburgo en 1892, el problema de saber qué material resulta más apropiado para la explotación de las líneas económicas, ha permanecido sin resolver. En lugar de acercarse á un tipo uniforme, los constructores y las Compañías siguen direcciones por extremo variadas, unos reduciendo la capacidad de los vehículos, otros aumentándola, quienes procurando ante todo ventajas en la construcción del camino, mientras son las de explotación de la línea las que predominan en sentir de algunos administradores.

Y es que el problema es complejo por demás, dependiendo la solución de una multitud de elementos que conducen á conclusiones contradictorias. Para concordarlas no han bastado los buenos deseos del ponente. En número muy escaso las respuestas que ha obtenido al cuestionario, no bastan para deducir proposiciones razonables, por lo cual se limita á presentar los datos remitidos al objeto de mantener vivo el estudio de cuestión de tal interés.

En la Memoria se describen los carruajes empleados por seis Compañías de ferrocarriles y de tranvías, descripciones que no pueden ser reproducidas aquí por su extensión, ni extractadas por la forma concreta y numérica que traen.

*Discusión.*

Terminada la lectura del tema por el ponente Sr. Rechter, se entabla una viva discusión, en la cual aparece que si el ma-





terial con puertas laterales es preferido por el público, en cambio no conviene al servicio de explotación como el de entrada por los extremos, sobre todo en cuanto atañe á la venta y revisión de billetes en marcha.

Invitado el ponente á reformar las conclusiones, lo verifica en el sentido de que el tipo de coches de viajeros de comodidad media, con entrada por ambos extremos, ó por el centro, puede ser recomendado; que para los países montañosos parece conveniente el uso de bogies y de ejes radiales. En cuanto á los vagones, son recomendables los de 10 toneladas, y en casos especiales los de carga superior.

Respecto del segundo punto de la cuestión no es posible dictaminar por falta de datos.





## TEMA 42

**Calefacción de los coches en las líneas económicas.***Ponente.*—Rigoni (G.)

## INFORME DE RIGONI

El ponente, en vista de los escasos datos reunidos, no presenta conclusión alguna, se limita á consignar las noticias que ha recibido, expresando el deseo de que antes del Congreso pueda ofrecerlas más numerosas para llegar á resultados prácticos y de carácter general, pues hasta el momento son muy contadas las Compañías que se hallan satisfechas de los sistemas de calefacción que emplean, y no hay una que manifieste poder dar buenos consejos referentes á esta cuestión.

El autor examina el empleo de los caloríferos portátiles, hervidores y estufas, indicando sus ventajas é inconvenientes y el coste en determinadas líneas. Describe los caloríferos belgas de combustión lenta, los adoptados en Rusia y en los ferrocarriles del Norte de Milán; los del ferrocarril central neerlandés, de circulación continua de vapor á causa de la crudeza del clima; los del S. E. austriaco, que toman de la locomotora el calor necesario, y otros similares de Austria, Suiza y Siberia en los que se usa la nafta para vaporizar el agua de los caloríferos.

La calefacción eléctrica ha sido instalada en los caminos eléctricos Suizos de Engelberg y de Burgdorf-Thun, con gran esplendidez, pero es aún desconocido el precio de coste por coche-kilométrico, que no podrá deducirse hasta terminar la campaña de explotación del próximo invierno.

*Discusión.*

Dada cuenta de la ponencia, dice el Sr. Svientzitzki que en Rusia dan buenos resultados los caloríferos de agua caliente usados en los coches de 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>, y que para la 3.<sup>a</sup> se han ensayado caloríferos de aire caliente, fluido que hace penetrar el





movimiento mismo de la marcha del tren, esparciéndolo á lo largo del techo.

La Sección toma acta de las notas suministradas por el ponente y cree que cada Compañía tiene que adaptarse á las condiciones especiales de su red, y que la calefacción de los carruajes en las líneas económicas es un problema aún no resuelto.





## ADENDA

Las notas de los Sres. Aslett (Alfred) y Drurny (H. G), impresas y repartidas por la Comisión del Congreso, invitan al estudio de las dos siguientes cuestiones y presentan algunos datos que pudieran servir de base á la ponencia que se nombre.

La del Sr. Aslett se refiere á la utilidad de recoger noticias acerca de las tarifas internacionales de los caminos de hierro.

La del Sr. Drurny insiste acerca de la utilidad de estudiar la organización del tráfico suburbano de viajeros.





## RESUMEN

Según dijimos al empezar esta Memoria, debemos, en la última parte de la misma, marcar el carácter de los Congresos internacionales de ferrocarriles, haciendo resaltar los servicios especiales que prestan y los resultados á que llegan y á que ha llegado, en particular, el último Congreso celebrado en París durante la Exposición universal.

Según el mismo nombre lo indica, el Congreso de ferrocarriles es una gran concentración de trabajos, cuyo objeto es resolver, ó cuando menos preparar la resolución de cuantos problemas se relacionan con la industria de las vías férreas, principalmente en el orden técnico, pero también en muchos casos en el orden administrativo y social.

Supone, pues, un trabajo colectivo, que forzosamente se diferencia del trabajo individual que puedan realizar por sí los sabios ó los ingenieros al proponerse estudiar cualquiera de los problemas antes indicados.

Estas ideas exigen alguna explicación.

La industria de los ferrocarriles es una industria extensísima, que afecta á toda la civilización moderna, que prepara, en cierto modo, la civilización del porvenir, y que está en relación con multitud de ciencias. Por ejemplo: con las Matemáticas puras, con la Mecánica, con la Física, con la Química, y con todas las derivaciones de estas tres ciencias; además, con la Economía política, con la Estadística y con la ciencia social.

Enumerarlas todas sería larguísimo, enojoso y hasta inútil, porque sería repetir lo que todo el mundo sabe.

Basta con que recordemos, que los que se dedican á esta industria, ingenieros, hombres de administración, y hasta hombres de negocios, se encuentran en su camino, á veces los problemas





más abstractos de la ciencia pura; por ejemplo, los grandes problemas de la elasticidad de los cuerpos sólidos, como en la teoría del cálculo de los puentes metálicos, en que los matemáticos franceses rompieron, por decirlo así, la marcha con elevadas teorías, y en que posteriormente tanto se ha escrito en todas las naciones civilizadas.

Citemos todavía como ejemplo el cálculo de las locomotoras, sobre todo el de las locomotoras modernas, en que es preciso acudir á las teorías de la termo-dinámica.

Sirva como último ejemplo, aunque la serie de ejemplos pudiera ser interminable, las aplicaciones de la electricidad, cada día más generales, y la tracción eléctrica, á la cual se abren anchísimos horizontes.

Y lo que hemos dicho para la aplicación de las matemáticas á la industria de ferrocarriles, así en la estática como en la dinámica, pudiéramos decir respecto á las aplicaciones de la química, que cada día tienen más y más importancia, y en cuya historia encontramos etapas tan trascendentales como las del acero Bessemer.

Y en todas estas cuestiones, la ciencia pura y la ciencia aplicada marchan á la par; y hay que recorrer desde la teoría abstracta hasta las aplicaciones prácticas más minuciosas.

Pero en este trabajo inmenso existen dos formas que antes señalábamos: la forma del trabajo individual y la forma del trabajo colectivo.

Ni el Congreso internacional de ferrocarriles, ni tampoco ningún otro Congreso, ni Juntas, ni Academias, por eminentes que sean las personas que las constituyan, son aptas para todo aquello que supone cierta energía creadora é individual.

De un Congreso no podría salir ni un nuevo método para el cálculo de los puentes metálicos, ni un nuevo estudio de las locomotoras como aplicación de la termo-dinámica, ni un proyecto de transporte de energía eléctrica, ni siquiera un estudio matemático sobre la unión de los carriles ó sobre las agujas ó cruzamientos.

Estos trabajos y estos estudios y estas teorías sólo puede realizarlas individualmente cada Ingeniero; y en libros y en revistas es donde únicamente pueden ser sometidos á justa y escrupulosa crítica.





Pero si el trabajo individual y en cierto modo de creación científica no es propio de los Congresos, en cambio pueden éstos realizar un trabajo colectivo de gran importancia y de gran trascendencia, porque los Congresos pueden acumular una gran masa de datos, de noticias, de números y de experiencias, que de otro modo permanecerían divididos y dispersos, y que difícilmente, ó por lo menos con gran lentitud, podrían llegar á los sabios, á los ingenieros y á los hombres prácticos.

Los Congresos, por una parte, realizan una inmensa información que bien puede decirse que abarca todos los ferrocarriles del mundo, constituyendo una extensísima base de experimentación aun para los trabajos individuales á que antes nos referíamos.

Las fórmulas de los sabios, de los matemáticos y de los físicos, cuando lleguen á la realidad y á la aplicación, no pueden ser fórmulas abstractas. Los coeficientes algebraicos que contienen han de convertirse en coeficientes numéricos, y estos números sólo la experiencia los determina. Pero si la experiencia es mezquina y limitada, la exactitud del número es dudosa. En cambio, estos coeficientes recogidos en centenares de miles de kilómetros pueden inspirar una confianza, que nunca inspirarían éstas ó aquéllas cuantas pruebas aisladas.

Además, los materiales, hierro, piedras, ladrillos, alambres, maderas y tierras—para no citar más que unos cuantos—hay que tomarlos de la realidad con sus coeficientes medios iguales según su naturaleza, con sus coeficientes propios según las circunstancias y las localidades.

Y para todos estos estudios, eminentemente prácticos, el trabajo individual es casi impotente: en cambio el trabajo colectivo de un Congreso es poderoso y es fecundísimo.

Más todavía: aun para los trabajos individuales á que antes nos referíamos, los Congresos internacionales ejercen una especie de crítica universal; porque son la concentración de millares de opiniones de los Ingenieros más eminentes de todos los países.

El Congreso puede, en cierto modo, promulgar y sancionar ciertas leyes ó preceptos que expresarán la opinión dominante en un momento dado de la mayoría de los Ingenieros; que hasta podrán ser leyes de la ciencia práctica, y que en todo caso, re-





presentarán una suma enorme de datos experimentales, que los sabios y los Ingenieros teóricos habrán de tener en cuenta para formular sus nuevas teorías.

De lo dicho resulta claramente que en los Congresos internacionales dominan, como notas principales, la práctica y la experiencia; pero no en pequeña escala, sino abarcando todas, ó la mayor parte al menos, de las vías férreas que hoy se explotan en todos los países.

Otra gran ventaja presentan todavía los Congresos internacionales de ferrocarriles, y es el de dar unidad á diferentes servicios, buscando la armonía entre todos ellos.

Y podremos fijar las ideas por algunos ejemplos.

Se han presentado informes muy extensos, ricos en datos y en resultados prácticos, sobre el problema relativo al metal más conveniente para la construcción de los carriles. Hay opiniones encontradas sobre las ventajas respectivas de los aceros duros y los aceros blandos; y á pesar de lo luminoso de los informes y de la autoridad de los eminentes Ingenieros que los han presentado, bien puede decirse que no se ha llegado á una solución definitiva. Y es porque en rigor tampoco podía llegarse. La solución no podía ser absoluta; sino que, por el contrario, este problema estará en relación con otros problemas; por ejemplo, con el de las traviesas y el balasto por una parte, y por otra parte con el servicio del movimiento, con las condiciones del material móvil, y hasta con el perfil general de la vía.

No puede decirse, en absoluto, tal metal en todos los casos es el más conveniente, porque al fin y al cabo los carriles no son más que un elemento de todo un organismo, y este elemento ha de ponerse en relación con los restantes para llegar á la solución práctica más conveniente.

Así, un Ingeniero puede decir: «en las líneas que yo conozco, el acero blando da mejores resultados que el acero duro.» Y con la misma verdad puede decir lo contrario otro ingeniero respecto á otra línea distinta.

A poner en evidencia esta relación entre unos y otros servicios pueden contribuir eficazmente esas grandes informaciones que realizan los Congresos internacionales.

Presentemos aún otro ejemplo más adecuado todavía, para poner en relieve la idea que vamos desarrollando.





El *servicio de la vía*, como plataforma firme y elástica para el movimiento, y el *servicio de arrastre*, como aplicación de una fuerza motriz, son, por decirlo así, como dos dependencias ó casi como dos ministerios de una gran empresa ferroviaria.

Cada una de estas dos dependencias tiene su manera de ser; sus tendencias naturales; sus exigencias y sus aspiraciones propias.

Y si se desarrollan con independencia una de otra, no ya en la esfera práctica sino en la misma esfera científica, pueden resultar verdaderos conflictos.

El ideal del servicio de tracción es arrastrar el mayor número de toneladas posible con la mayor velocidad. Y de ahí esa tendencia constante, desde el origen de los ferrocarriles hasta nuestros días, á construir máquinas más y más poderosas, y por lo tanto más y más pesadas.

Las máquinas parece que van creciendo sin límites. Las calderas se ensanchan y se elevan á alturas á que jamás se había llegado, porque necesitan dejar espacio para que los demás organismos de la máquina se desarrollen.

Y estos organismos crecen á su vez. Y los cilindros se multiplican como sucede en las máquinas Compound. Y se multiplican las ruedas á su vez; y cuando no se pueden multiplicar más se emplea el sistema de trenes delanteros.

Con todo lo cual la locomotora se convierte en un verdadero monstruo de hierro, ó mejor dicho de acero; porque el acero va invadiendo la locomotora. Monstruo cuyo peso va siendo cada vez mayor.

Pero como la locomotora ha de marchar sobre los carriles y ha de correr por las vías, á medida que el peso de la locomotora aumenta, exigen las vías mayor perfección y resistencia, y en los carriles mayor peso.

De suerte que toda la plataforma, el balasto, las traviesas, los carriles, sus diferentes uniones, y hasta los cambios y agujas, han de crecer en fuerza y en perfección. Y otro tanto pudiéramos decir de los puentes.

Hasta que llegue un momento en que las ambiciones del servicio de arrastre sean tales que el servicio de vía no pueda satisfacerlas.

Pues bien, como en el Congreso se estudian y discuten todos





estos problemas á la par, en estos Congresos es donde ha de buscarse su armonía, dando á cada servicio y á cada problema lo que pueda darse, pero sin perjuicio de los demás problemas, ni de otros servicios que hayan llegado, por decirlo así, al límite de sus resistencias ó de sus energías.

Sucede aquí—si se nos permite una comparación,—lo que sucede en los Congresos nacionales y de orden político, con las competencias y conflictos entre unos y otros Ministerios.

Un Ministerio tiene aspiraciones naturales á desarrollarse, un ideal al cual aspira, y para ello reclama una gran suma de millones.

En cambio el Ministerio de Hacienda tiene una fuerza limitada y no puede dar todo lo que se le pide.

Pues bien: las Cortes son las que en último resultado resuelven este conflicto y armonizan, dentro de lo posible, las opuestas tendencias de ambos Centros ministeriales.

Viniendo ahora á nuestro caso, como quiera que toda gran Compañía de ferrocarriles es á modo de un pequeño Estado, á veces de grandísima complicación entre sus partes, y como tomando la industria de los ferrocarriles en conjunto, la complejidad es mayor, podemos decir: estos Congresos generales en que nos ocupamos, tienen, en el orden científico, cierta especie de potestad legislativa de que pueden hacer uso en la forma que antes decíamos.

Todavía en la multitud de informes al Congreso sometidos, en las discusiones á que dan lugar, siquiera éstas no hayan podido ser muy extensas, por lo escaso del tiempo y la gran extensión de la materia, y en las varias opiniones, por último, que en estos debates aparecen, se notan las tendencias transformadoras que en esta como en todas las industrias, anuncian en cierto modo el porvenir. Y esto ha podido observarse en la última reunión del Congreso de ferrocarriles.

No sólo en determinadas cuestiones técnicas, pero de detalle aunque interesantes, sino en un problema de trascendental importancia, porque supone una transformación total en las actuales vías férreas, se observa este carácter reformista.

Nos referimos al empleo de la electricidad como fuerza motriz en los caminos de hierro.

En una palabra, á la tracción eléctrica.





Ya sabemos que la transformación es remota, que el imperio de la locomotora está asegurado por muchos años; que, hoy por hoy, sería material y técnicamente imposible la sustitución total del vapor á la electricidad.

Los caminos de hierro del mundo civilizado representan un organismo inmenso, que ha costado centenares de miles de millones; que ha sido expresamente construido para el empleo del vapor, y que no puede transformarse ni en un año, ni en diez años, para acomodarlo al empleo de la corriente eléctrica como fuerza motriz.

Aunque el empleo de la electricidad fuera resueltamente preferible al empleo del vapor, aunque todos los problemas técnicos de la tracción eléctrica estuvieran resueltos de una manera definitiva, aun así no se podría prescindir del sistema actual en un breve plazo, porque no se desechan como inútiles sistemas y organismos que representan inmensos capitales.

El pasado se impone al presente, y la tradición, en las industrias como en la sociedad, tiene sus derechos y tiene sus leyes; y hasta, por decirlo así, tiene su fatalidad, que se impone.

Pero á pesar de todo, la transformación para un porvenir más ó menos lejano, ó quizá más ó menos próximo, se ha iniciado ya con cierta timidez y con autorizadas opiniones en los debates; y se anunció en forma más resuelta en los notables informes de M. Heft, de los Estados Unidos, y en el de M. Asvert y M. Mazcu, que serían dignos de un detenido estudio, dado que nos fuera posible y la naturaleza de este trabajo nos lo consintiera.

Así el primero de estos informes constituye una gran información realizada por el ponente con la autoridad de su nombre y la que le presta la gran Asociación á que pertenece, información que comprende todo un cuestionario, el cual ha sido sometido á numerosas Compañías de caminos de hierro de los Estados Unidos.

Júzguese, por las cuestiones planteadas y por las contestaciones que han recibido, de la importancia del problema y del espíritu favorable, que por todas partes va extendiéndose, á pesar de las inmensas dificultades económicas que ha de encontrar en todas partes, según antes indicábamos.

He aquí algunas de estas cuestiones:





¿Puede sustituirse la electricidad al vapor como fuerza motriz en las grandes líneas de caminos de hierro actuales?

Y se contesta resueltamente que sí. Aunque *la oportunidad* de la sustitución está subordinada á diferentes condiciones.

Una gran línea ¿puede ser explotada por la tracción eléctrica en la forma que exige la explotación de los caminos de hierro ordinarios?

Y también se contesta afirmativamente. Se citan numerosos trayectos de grandes líneas que representan más de 100 kilómetros. Se hace notar que el servicio se realiza con gran exactitud y aun ganando tiempo sobre los trenes ordinarios.

Numerosos diagramas sirven de ilustración á estos importantísimos ensayos de tracción eléctrica en las grandes líneas.

Las mismas cargas de los trenes ordinarios ¿pueden ser remolcadas por la tracción eléctrica?

La contestación también es afirmativa é ilustrada con importantes datos.

Los horarios existentes ¿pueden subsistir para los trenes eléctricos?

Se contesta que sí, y aumentando la velocidad; aunque ha de tenerse en cuenta que sólo se citan pequeñas velocidades.

¿Puede aumentarse el número de estaciones sin reducir la velocidad reglamentaria?

Todavía es favorable la contestación.

Un tren de determinado peso ¿puede acelerar su velocidad en menos tiempo con la tracción eléctrica que con la tracción por el vapor?

Y se afirma que, gracias á la constancia del *par* desarrollado por los motores eléctricos, se puede utilizar para el arranque una mayor adherencia con la vía que por el sistema ordinario.

¿Puede emplearse un sistema eficaz de frenos?

Desde el punto de vista de la seguridad y la economía, el compresor eléctrico ¿vale tanto como el compresor de vapor?

A ambas preguntas se contesta que sí.

Los trenes eléctricos ¿pueden llevar señales acústicas que den resultados satisfactorios?

Sí.

Los carruajes automóviles ¿pueden llevar fanales de cabeza, aparatos de seguridad para separar los animales que encuentre





el tren, y pueden circular los trenes eléctricos en las líneas provistas de tercer carril durante las tempestades de nieve?

A todas estas preguntas se contesta afirmativamente.

Y en este notable informe se consignan los dibujos de diferentes aparatos relativos á dicha parte del cuestionario.

¿Cuál es la influencia respecto á la explotación de la transmisión de la energía, ya por trole aéreo ó subterráneo, ya por un carril sencillo ó en secciones, ya por corriente continua ó alternativa, empleando transformadores estáticos ó de rotación, ó bien por motores de corriente continua ó alternativa?

Todos estos casos examina y estudia el informe que vamos analizando, lo cual prueba que se ha hecho un estudio completo del problema, al menos en los límites de lo posible, dado que la tracción eléctrica en gran escala es una industria naciente.

Y continúa aún el interrogatorio con las siguientes cuestiones:

¿Cuáles son los gastos comparativos de tracción, de explotación y de personal de tren de ambos sistemas?

Aunque la comparación no ha podido hacerse de una manera completa, en todos los casos parece que la ventaja está en favor de la tracción eléctrica.

Los trenes eléctricos ¿pueden maniobrarse con la misma rapidez en las estaciones que los trenes de vapor? ¿Pueden circular sobre los cruzamientos con la misma velocidad unos que otros?

A ambas preguntas la contestación es afirmativa.

¿Pueden calentarse tan económicamente los trenes eléctricos como los de vapor?

Es la primera vez que en este interrogatorio se concede la ventaja á la aplicación del vapor sobre la electricidad. La calefacción en los trenes de vapor resulta mucho más barata que en los trenes eléctricos; y se comprende que en efecto así debe ser.

En cambio, á esta otra pregunta: los carruajes, ¿pueden ser alumbrados convenientemente en los trenes eléctricos, y el gasto es menor que empleando el aceite, el petróleo ó el gas?

A ambas preguntas—repetimos—la contestación es afirmativa.

La tracción eléctrica ¿aumenta ó disminuye el desgaste de la vía?





Aun suponiendo un peso igual en las locomotoras de ambos sistemas, el desgaste es y debe ser menor en la tracción eléctrica por razones que están al alcance de todos los Ingenieros.

¿Qué influencia ejerce en el producto por viajero la sustitución de muchos trenes ligeros, á unos pocos trenes con gran número de unidades?

Según los datos que se presentan, la influencia es extraordinaria; casi siempre la tracción eléctrica por numerosos trenes ligeros duplica, cuando menos, el número de viajeros que circulan.

Y todavía continúan numerosas cuestiones, que no podríamos reproducir íntegras sin hacer sobradamente extensa esta reseña.

Por eso dijimos al principio, que si bien en las discusiones del Congreso las opiniones estaban divididas, en los dos informes que han servido de base á la discusión se marcaba una tendencia favorable á la tracción eléctrica, y una gran confianza en el porvenir de este sistema.

Así, por ejemplo, en el segundo informe, que es el de los Ingenieros franceses, y que es de sumo interés desde el punto de vista técnico por los cuadros, datos y ejemplos que presentan, leemos al empezar el informe lo siguiente:

«El empleo de la tracción eléctrica tiende á desarrollarse, no solamente en los caminos de hierro secundarios ó especiales, sino en ciertas líneas que forman parte de grandes redes de caminos de hierro.»

«Se han realizado estas aplicaciones, ya únicamente con un objeto experimental, ya, por el contrario, para asegurar la explotación normal.»

«En la mayor parte de los casos las razones que han inducido á adoptar este sistema de tracción, son el resultado de condiciones especiales técnicas y económicas.»

Y después entra el informe en la descripción de los diversos sistemas adoptados.

La tracción eléctrica ha empezado á aplicarse en los Estados Unidos sobre líneas más ó menos extensas de las grandes redes como un sistema defensivo, por decirlo de este modo.

Alrededor de las grandes poblaciones han empezado á irradiar numerosas vías de tracción eléctrica bajo forma de tranvías





ó de ferrocarriles económicos, de pequeñas velocidades, que abarcaban el servicio en una zona de bastantes kilómetros alrededor de cada uno de dichos centros.

Era una competencia verdaderamente formidable, hasta cierta distancia al menos, para las grandes vías, cuyos ingresos en las expresadas zonas descendieron rápidamente.

Decididamente los viajeros preferían la tracción eléctrica.

Y entonces fué cuando las grandes Empresas acudieron á estemismo sistema, recobrando rápidamente su antigua clientela.

Puede decirse que la tracción eléctrica empieza por virtud de la competencia franca y resuelta entre el vapor y la electricidad. Hasta ahora en pequeña escala, pero que es un aviso para el porvenir.

Toda esta parte del informe del Ingeniero americano es de sumo interés.

Pero aun para las grandes líneas, y en un porvenir más ó menos remoto, hay razones que abogan en favor de la tracción eléctrica en esta gran lucha y esta gran competencia, que puede decirse que empieza al empezar el nuevo siglo, y que ha de prolongarse durante muchos años.

Las locomotoras de vapor van creciendo de una manera monstruosa. Ya lo hemos dicho antes.

Pero este crecimiento tiene un límite, y aunque representa la posibilidad del empleo de potencias enormes, trae consigo grandes inconvenientes.

En cambio una locomotora eléctrica, por muy poderosa que sea, ni tiene el peso, ni tiene la complicación, ni la carga de agua, ni la enorme masa metálica de las modernas locomotoras del sistema Compound.

Es un sistema completamente distinto el sistema eléctrico del clásico sistema por vapor.

Es haberse detenido en el organismo monstruoso de la moderna locomotora; haber retrocedido para buscar otro camino y haber sustituido las sútiles pero vigorosas energías de la corriente eléctrica á las energías brutales del cok que arde, del agua que hierve, del vapor que se dilata en uno y otro cilindro, de bielas y palancas y contrapesos de compensación, y de toda una montaña metálica que corre á razón de 100 kilómetros por hora aplastando las barras carriles.





En la locomotora eléctrica, y claro es que nos referimos al caso en que la corriente viene del exterior, todo es sencillez y regularidad. El par motor es un par de fuerzas casi ideal y casi constante: no el par imperfecto que pretenden crear las bielas de la máquina ordinaria y que á cada momento altera la dirección del eje de inercia sin que se consiga jamás anular los movimientos perturbadores del organismo.

Claro es que la locomotora eléctrica ha de tener cierto peso para conseguir la adherencia necesaria con la vía. Pero aun aquí caben muchas combinaciones, que no son de este momento.

Y hay todavía otro punto importante que conviene notar.

Sabido es que la máquina de vapor, con todos sus admirables mecanismos y con todos sus perfeccionamientos hasta la múltiple expansión, no aprovecha sino una parte mínima de la potencia del combustible; de suerte que se queman en pura pérdida un número enorme de toneladas de cok.

En cambio, si se aplicase la tracción eléctrica, si de trecho en trecho se estableciesen máquinas fijas, la parte útil de la potencia calorífica que en ellas se obtuviese habría de ser forzosamente superior á la que se obtiene en la locomotora.

Claro es que la pérdida todavía sería grande, porque el célebre Teorema de Carnot es ineludible mientras el agua y el vapor sean los intermedios de que el Ingeniero se valga para utilizar la combustión del cok; pero aun en el sistema eléctrico cabe un recurso que no existe en las locomotoras ordinarias, al menos en muchos casos, y es el de utilizar las potencias naturales, por ejemplo, las caídas de agua que á lo largo ó en la proximidad de las vías férreas se puedan encontrar, como ahora mismo se intenta en Italia.

Ya sabemos que todo esto es todavía muy vago; que son ideas en germen; que quizá pasen muchos años antes de que la tracción eléctrica se aplique á las grandes líneas. Pero aun así, debe hacerse constar, que en el Congreso de ferrocarriles celebrado durante la Exposición de París de 1900 se ha planteado el problema y que se han señalado numerosos casos de tracción eléctrica aun en las grandes vías, si bien en trayectos relativamente pequeños y sin llegar á grandes velocidades.

Precisamente la gran velocidad—acaso la de 150 kilómetros





por hora—será, andando el tiempo, una de las ventajas del nuevo sistema de tracción.

Hemos señalado en este resumen los puntos más notables del último Congreso. Todos los demás son, por lo regular, puntos técnicos sobre los cuales hemos dicho cuanto podíamos decir en la segunda y tercera parte de esta Memoria.

Pero hay uno verdaderamente curioso, y en el cual hemos de fijar—aunque brevemente—nuestra atención.

Nos referimos á las juntas de los carriles.

Hoy este problema aún admite otra solución, que es la de la soldadura, sobre el cual se ha dicho muy poco en el Congreso, versando el informe principalmente sobre la colocación de las juntas y sobre los varios sistemas de eclises, bridas ó placas de unión.

Si por primera vez hubiera de construirse una vía férrea, y sin ningún ejemplo que imitar, sin ningún resultado de la experiencia, ni opinión ninguna preconcebida, se le preguntase á un Ingeniero cuál debía ser la colocación de las juntas, muchos creen que la solución natural sería esta, es decir, la del sentido común: colocar las juntas sobre las traviesas; y en todo caso, hacer las traviesas de junta más robustas que las restantes.

El sentido común dice que la parte más débil es la que más se debe reforzar; y aunque no se pueda conseguir la continuidad perfecta de los carriles; aunque haya que considerar el carril como una especie de viga semi-empotrada por un extremo y apoyada en el otro, esto parece preferible á primera vista á que la parte débil quede entre dos traviesas, sin más sujeción para la extremidad en falso, que la de las placas de junta, ni más apoyo que el imperfecto del balasto.

Pues esta solución, que á primera vista es en concepto de muchos la más natural, no ha prevalecido casi nunca.

Por asentimiento, casi unánime, por lo que algunos Ingenieros consideran como una aberración inconcebible, las juntas cargan en falso, por decirlo así; y se busca en la experiencia una sanción que, á juicio de aquéllos, ni puede encontrarse en la experiencia ni con la teoría de la flexión puede justificarse.

El informe que trata de la materia es interesante, curioso, y constituye un estudio que puede leerse con gusto y con provecho.





Se estudian las juntas en falso, el resalto al paso del tren y el salto que la rueda se ve obligada á dar. Y se ilustra todo ello por cuadros gráficos, que parece que están pregonando lo absurdo del sistema.

Los mecanismos, ya eléctricos, ya fotográficos, que se han inventado para estudiar las deformaciones de los carriles al paso del tren, son muy curiosos y sentimos no poderlos describir en este sitio.

En el informe que estamos analizando, se hace, en cierto modo, la historia del problema, y se indican los diferentes sistemas de juntas: juntas sobre traviesas; juntas entre traviesas ó en falso; disminución de la distancia entre las dos traviesas que comprenden la junta; placas, bridas ó eclisas de diferentes longitudes y diferentes secciones; placas prolongadas, llegando hasta las traviesas, etc., etc.

Y en toda esta historia es curioso observar que, después de muchos tanteos, de muchos estudios y experiencias, la práctica parece que tiende á la primera solución que daba el sentido común: la junta sobre la traviesa.

El Congreso, sin decidirse de una manera definitiva, aconseja que se hagan estudios sobre este último sistema.

No terminaremos este resumen sin llamar la atención sobre otras dos cuestiones importantes.

La primera, relativa á las pruebas de los puentes de hierro y á las cargas á que deben someterse, ya al recibirlos, ya periódicamente.

La segunda, sobre las locomotoras para trenes de gran velocidad.

El estudio sobre la construcción y prueba de los puentes metálicos es trabajo de gran mérito, muy complejo, y comprende problemas de sumo interés, ya desde el punto de vista teórico, ya desde el punto de vista práctico.

El cuestionario abarca dos partes, á saber:

A. ¿Cuáles son las cantidades de metal que entran en obra y que deben entrar en los puentes metálicos de los caminos de hierro, teniendo en cuenta las prescripciones legales de los diferentes países?

B. ¿Cuáles son y qué valor tienen los procedimientos de las diferentes Administraciones de los caminos de hierro para





las pruebas iniciales y periódicas de los puentes metálicos?

¿Cuál es la importancia que se debe atribuir á estas pruebas?  
¿Se puede considerar que son un medio experimental y práctico para establecer las condiciones efectivas de solidez y el grado de seguridad de dichas construcciones?

Se encargó del informe el Consejero áulico en el Ministerio de Caminos de hierro del Imperio de Austria, Max Edler Von Leber, que ha desempeñado su misión de manera verdaderamente brillante, escribiendo una Memoria de unas 250 páginas llena de datos, noticias, cuadros gráficos y fotografías de los puentes más notables del mundo.

Es imposible, por lo tanto, dada la extensión de este informe, la multitud de cuestiones que en él se tratan, ya teórica, ya prácticamente, que podamos hacer otra cosa que apuntar algunas ideas generales.

Para comprender la trascendencia de los problemas discutidos, basta recordar que la base de todas las cuestiones tratadas en el informe se encuentra en uno de los problemas más elevados y más difíciles de la Física matemática, á saber: la teoría de elasticidad de los cuerpos sólidos. Porque, en rigor, todo el cálculo de los puentes metálicos no es más que un caso particular de aquel problema.

Al hacer la historia de las construcciones metálicas en el antiguo mundo, hay que acudir á Inglaterra y á los Ingenieros ingleses. En este país tradicional de las industrias metalúrgicas, dice el ponente, se pueden ir siguiendo las etapas más importantes de la fabricación del hierro y del acero en grandes masas y de su aplicación á las vigas de los puentes de tramos que constantemente crecen y que han sido siempre la admiración de Europa.

Dos términos marcan esta serie, verdaderamente triunfal: las grandes vigas de los viaductos de Conway y Britania, de 122 metros de luz y de 140 respectivamente, y el puente moderno de Firth of Forth, que ha llegado á la extensión monstruosa de 521 metros sobre el vacío.

Pero si en la práctica de los puentes de hierro es de toda justicia citar á Inglaterra en primer término, el mismo ponente reconoce que los creadores de las admirables teorías para el





cálculo de estas obras metálicas, son los sabios franceses Navier, Bresse y Chapeyron.

Sus teorías se habrán perfeccionado posteriormente, mejor dicho, se están perfeccionando de continuo; se podrá combinar el verdadero cálculo con los métodos gráficos, serán hoy muchos los Ingenieros de todos los países que deban citarse al escribir sobre esta materia; pero los verdaderos fundadores de las admirables teorías que hoy prevalecen, son, para honra de Francia, los tres sabios ya citados.

Y aun nos atreveremos á hacer una observación más para completar esta parte del informe que vamos analizando.

Hay que citar en justicia á Inglaterra, lo hemos dicho, como la nación que acometió, la primera, las grandes construcciones de hierro. Su instinto práctico iba delante, por decirlo así. Hay que citar á Francia, que con su admirable genio especulativo fundó el cálculo de las obras metálicas, y aun el cálculo de las construcciones en general: antes de que existieran los puentes de Conway y Britania existían las Memorias y la obra clásica de Navier. Pero otra nación adoptó un tercer elemento importantísimo para las construcciones de acero en grandes masas, material que desde entonces se llama acero Bessemer.

Y dando por terminada esta ligerísima reseña histórica, volvamos al informe del Ingeniero austriaco.

El ponente, en un prefacio, y para no dejar ninguna duda sobre la manera que tendría de tratar la cuestión de los puentes metálicos, emitió, desde luego, su opinión personal respecto á las dos secciones *A* y *B* antes señaladas. Y quiso que constase esta opinión desde que la Comisión internacional del Congreso le encargó de informar acerca de esta parte del cuestionario para la reunión de Londres de 1895.

Notemos de paso con cuánto tiempo de antelación y con qué detenimiento se han estudiado todas las cuestiones. El origen del informe que analizamos tiene, cuando menos, siete años de fecha. Tales estudios, en verdad, no se improvisan, y sólo así se dilucidan á conciencia.

Pues bien, el ilustre Ingeniero encargado de la ponencia, manifestó, desde luego, que en su concepto debía suprimirse la parte *B*, porque la contestación no podía ser dudosa para los constructores.





Esta parte de la cuestión parecía poner en duda la importancia ó la ventaja de las pruebas iniciales ó periódicas á que suelen someterse los puentes metálicos. Pero las pruebas iniciales—dice el prefacio que en este momento examinamos—son absolutamente necesarias, son una garantía de seguridad á que el público tiene derecho. Y puesto que ha habido puentes que no han resistido á la prueba inicial, hechos semejantes demuestran, evidentemente, que es imposible suprimirlas. Aun las pruebas periódicas, renovadas cada tres ó cinco años, al mismo tiempo que se renueva la pintura del puente, son necesarias para que los Ingenieros tengan idea de la solidez, de la buena conservación y de la estabilidad de la obra metálica de que se trate.

Sin embargo, agrega el prefacio, no hay ningún Ingeniero serio, especialista en puentes metálicos, que deduzca de los resultados de las pruebas, las condiciones efectivas de solidez y de seguridad de cada una de las numerosas y diversas piezas de la construcción. Estas condiciones de solidez y seguridad, resultan de los ensayos á que se someten previamente los materiales de la construcción, de los cálculos de la resistencia, del montaje del puente, etc., etc.

Limitando, pues, el informe á la parte A, el ponente dió á conocer en el Congreso de Londres un extensísimo informe, que mereció los mayores elogios, como uno de los trabajos más notables presentados. Y aquel informe ampliado y modificado convenientemente, es el que se ha sometido al Congreso de París.

Este último, se divide—como aquél—en seis capítulos, á saber:

- 1.º Puentes metálicos hasta 1870.
- 2.º Sobrecarga que hay que considerar respecto al material móvil. (Material Roulant.)
- 3.º Prescripciones respecto á la sobrecarga para la construcción de los puentes metálicos.
- 4.º Preparación del hierro y del acero.
- 5.º Límites del trabajo interior que puede admitirse en el metal de los puentes.
- 6.º Cantidades de metal empleadas en los puentes en diversas condiciones de luz y de altura.

Estos seis capítulos son los mismos del informe de Londres





ya citado; pero el de París se ha completado y rectificado en los cuadros numéricos y gráficos. Se han agregado al cuadro gráfico de pesos los de más de un millar de tramos metálicos, y se incluye una lista detallada de los mayores puentes del mundo, y varias vistas de dichas obras.

En el examen de dicho importantísimo informe, uno de los más notables presentados al Congreso de París, claro es que no podemos entrar en la forma amplia que quisiéramos, y nos limitaremos, por lo tanto, á algunas ligeras indicaciones. Es, en rigor, el informe en cuestión una verdadera obra de consulta para la parte práctica de la construcción de los puentes metálicos.

Del primer capítulo, ó sea de los puentes metálicos hasta 1870, algo hemos expuesto ya, y sólo agregaremos aquí el resumen de dicho capítulo, que es como sigue:

«Puede afirmarse que en el antiguo mundo, hacia 1870, los puentes metálicos afectaban ya ciertas formas generales que se han conservado hasta el día; y que los métodos de cálculo eran los mismos que se emplean en la actualidad. Más lejos hablaremos de ciertos perfeccionamientos poco aparentes, pero importantes, que los Gobiernos y las grandes Administraciones de los caminos de hierro han introducido después en las construcciones metálicas de los viaductos más recientes.

Y aquí, el informe, entra en algunos detalles interesantes sobre el sistema de unión de las mallas en las grandes triangulaciones. Pero son pormenores en que no es posible que nos detengamos.

El capítulo 2.º relativo á la sobrecarga que hay que considerar, según las condiciones del material móvil, tiene una gran importancia práctica.

En el estudio de las sobrecargas, las más importantes para el cálculo de los puentes metálicos y de la cantidad de metal que ha de entrar en cada puente, son, sin duda alguna, las que se componen de locomotoras y ténders.

Las locomotoras antiguas de 12 y 18 toneladas han quedado ya muy atrás.

Muy atrás han quedado la venerable locomotora Crampton con sus 28 toneladas, de las cuales 10 cargaban sobre el eje motor. Y otro tanto podemos decir de la célebre locomotora Engerth.





En esta progresión creciente llegamos en 1864 á las locomotoras Petiet, de la Compañía del Norte francés, con cuatro cilindros, actuando sobre dos ó tres ejes y que llegaban al peso de más de 57 toneladas y media.

Pero estas locomotoras monstruosas abrumaban la vía y los puentes, y fué necesario detenerse y aun retroceder en tal camino, aunque después se haya vuelto á seguirlo.

En 1878 volvieron á emplearse en Francia locomotoras de 40, 50 y 54 toneladas, con una carga de 11 á 13 toneladas sobre el eje.

En una serie de cuadros sumamente interesantes, encontramos en Francia locomotoras de 54 toneladas y 25 el ténder, y otras casi de 56 toneladas; y locomotoras Compound de cuatro ejes acoplados de más de 57 toneladas y 16 sobre el eje más cargado.

Cifras análogas encontramos para las locomotoras pesadas de Alemania en el año 1893.

A fin de no hacer interminable esta lista, citemos la más pesada y más poderosa locomotora del mundo en 1899.

Este monstruo de hierro es la «Consolidation de L'Union Railroa», cuyo peso total en servicio es superior á 104 toneladas; el peso motor pasa de 94 toneladas.

Vienen después una serie de cuadros que comprenden:

Las locomotoras pesadas y ténders en Austria Hungría hacia 1894; en Europa y en los Estados Unidos de América hacia la misma fecha.

Además, en Austria Hungría, en Europa y en América hacia 1899.

En todos estos cuadros, que comprenden, cada uno de ellos, de catorce á diez y seis ejemplos, se representan esquemáticamente los ténders y las locomotoras, marcando las distancias entre ejes y la carga sobre cada uno de ellos.

Viene en el tercer capítulo un estudio de las sobrecargas para la construcción de los puentes metálicos. Capítulo sumamente extenso y que se subdivide en diferentes partes.

En la introducción á este capítulo se marca el dualismo, que señalábamos anteriormente, entre los dos servicios, el de vía y puentes y el de tracción.

Así dice el informe:





«Por consecuencia del resumen que precede, respecto á las cargas crecientes que los Ingenieros del material y de la tracción han creído deber imponer á los servicios de la vía y de los puentes, vamos á exponer cómo y hasta qué punto ha sido posible y debe recomendarse la construcción y refuerzo de los puentes metálicos, de tal modo que sean suficientes para las exigencias actuales.

Observemos inmediatamente que es imposible reconstruir la vía y los puentes á cada invención nueva de nuestros colegas de la tracción; que tales reconstrucciones, cuando un camino de hierro está en plena explotación, son extraordinariamente costosas, sobre todo para las grandes obras, y que no pueden realizarse sino de tiempo en tiempo, después de un maduro examen de la nueva situación que se pueda crear. Nosotros no creemos que se haya hecho nunca un cálculo serio sobre este punto, dada la separación completa que en casi todas partes existe entre los diferentes servicios.

En la primera reunión del Congreso de 1885, la mayor parte de los Congresistas fueron de opinión que no debía removerse este problema verdaderamente escabroso. Pero se hundieron después varios puentes, por exceso de carga, y al fin en la reunión de San Petersburgo en 1892, el ponente tuvo la satisfacción de obtener del Congreso un voto afirmativo.»

El capítulo que estamos examinando se divide, como hemos indicado, en varias partes, á saber:

- 1.º Sobrecargas publicadas anteriormente.
- 2.º Forma que debe darse á las prescripciones de las sobrecargas.
- 3.º Generalidades sobre las sobrecargas prescritas en Austria.
- 4.º Definición precisa de lo que debe entenderse por sobrecargas uniformes y equivalentes.
- 5.º Cargas equivalentes en cuanto á los momentos de flexión y en cuanto á los esfuerzos cortantes.
- 6.º Prescripciones de sobrecargas desde 1887 á 1895.
- 7.º Idem id. id. de 1895 á 1900.
- 8.º Proyecto de prescripciones de sobrecargas sometido al Congreso.
- 9.º Aplicación de nuestras escalas de sobrecarga.





### 10.º Conclusiones.

A este capítulo sigue un apéndice sumamente interesante sobre ejemplos de cálculos.

En la imposibilidad de dar cuenta detallada de las sesenta páginas que comprende esta parte del informe, nos limitaremos á dos indicaciones únicamente.

A saber: á la definición de las sobrecargas uniformes-equivalentes.

«Cuando se trata—dice el ponente—de determinar las dimensiones de una pieza cualquiera de la obra para un tren de sobrecarga dado, se debe buscar entre todas las posiciones del tren, aquella que somete á la pieza en cuestión al mayor esfuerzo en valor absoluto. Y se llama carga equivalente—uniforme,—es decir, uniformemente repartida—á aquella que comparada al tren de sobrecarga cubre próximamente las mismas partes del tablero, y provoca los mismos esfuerzos en la pieza considerada.»

Todavía se precisa más esta definición: pero no podemos entrar en ciertos pormenores. En el fondo son ideas perfectamente conocidas de todos los Ingenieros.

Por último: las conclusiones á que se llega son las siguientes:

«Todas las proposiciones que acaban de someterse al Congreso tienen por objeto demostrar á nuestros colegas, que las prescripciones respecto á sobrecargas por trenes tipos no constituyen más que un expediente del legislador, para esquivar, en cierto modo, la dificultad. El verdadero método consistiría en estudiar seriamente los efectos de todos los trenes en circulación y deducir de aquí, de una vez para siempre, la solución general que permita á los constructores dispensarse de investigaciones ulteriores.

Hemos probado, además—dice el ponente—que con dos escalas de sobrecargas uniformemente repartidas, se podrá en todos los casos prácticos efectuar los cálculos de resistencia de la manera más sencilla. Los puentes así calculados ofrecerán de este modo una gran seguridad, puesto que se habrá tenido en cuenta todo el material móvil en circulación.»

No discutiremos—por no hacer sobradamente extensa esta Memoria—las conclusiones que preceden; y pasaremos á los capítulos siguientes del informe que vamos estudiando.

En el capítulo 4.º se estudia: 1.º La fabricación del hierro





forjado y fundido. 2.º El hierro forjado. 3.º El hierro fundido. 4.º Las *hipérbolas de calidad* en Alemania.

Todo este capítulo contiene datos prácticos de sumo interés, pero en cuyo examen nos es imposible detenernos.

Nos limitaremos, por lo tanto, á dar noticias de este concepto relativamente moderno que se designa con la frase algo extraña de «hipérbolas de calidad.»

Se funda en la observación hecha por los Ingenieros metalurgistas de que á igualdad de condiciones para un mismo horno y para las mismas materias primeras, los metales de diversas cualidades de dureza que se fabrican dan alargamientos que varían en razón inversa de los límites de rotura.

Más claro. Si se representa por  $A$  el alargamiento y por  $R$  el coeficiente de rotura, se tiene la ecuación

$$A R = \text{Constante.}$$

Así, pues, ambos coeficientes están representados por la ordenada y la abscisa de una hipérbola. Por eso en Alemania se le da el nombre de «Hipérbola de cualidad».

Posteriormente se ha modificado esta fórmula.

El capítulo de que tratamos tiene una gran importancia para el estudio de los pliegos de condiciones de recepción de las piezas metálicas en general.

No menos importante es el cap. 5.º que se titula: «Límite del trabajo interior que puede admitirse para el metal empleado en un puente.»

Y comprende: 1.º Teoría y fórmulas para el trabajo del metal. 2.º De la repartición desigual de los esfuerzos en una pieza metálica sometida á compresión y en que la longitud es cinco veces superior á la menor dimensión transversal, que es lo que se llama *flambé*. 3.º Límites fijados actualmente en los diversos países. Y por último, las conclusiones.

Lo hemos indicado ya varias veces. El informe que vamos extractando es un verdadero tratado de puentes de hierro, en que van á la par la parte práctica enriquecida con multitud de datos y á veces también la parte teórica, aunque esta última con menos extensión, naturalmente; pues sólo se apuntan las fórmulas finales, que son, en muchos casos, discutibles.

Nos limitaremos, pues, á las indicaciones que preceden.





Es muy extenso y sumamente interesante el cap. 6.º, que trata de la cantidad de metal que entra en los puentes de cada clase, y comprende: 1.º Generalidades. 2.º Tipos de pequeña luz. 3.º Vigas de enrejado. 4.º Seguridad relativa que procuran los cálculos. 5.º Construcciones que pueden recomendarse. 6.º Puentes de extraordinaria magnitud.

Basta con los epígrafes que preceden para que se comprenda la importancia de esta parte de la Memoria, que está ilustrada con cuadros, dibujos, láminas y fotografías.

Hasta aquí el mayor puente del mundo era el de Forth. Pues bien; ya se habla de puentes de 800 y de 900 metros de un solo tramo. Bueno es, sin embargo, advertir que no ha empezado la construcción de ninguno de ellos, al menos que nosotros sepamos.

El importantísimo informe de que acabamos de dar noticia, termina con cuatro capítulos cuyos títulos son:

Sobrecargas de prueba.

Resoluciones propuestas al Congreso.

Cuadros gráficos.

Y Estadística.

Pasemos ya á la última de las cuestiones de que hemos de ocuparnos.

Trátase de la cuestión XII, relativa á las locomotoras de los trenes de gran velocidad.

Los informes son dos.

El primero, de MM. Du Bousquet et Herduer; el segundo, de T. Hurry Riches.

Entre ambos forman un libro de 464 páginas.

Esta parte del cuestionario está redactada en la siguiente forma:

«Progresos realizados en la construcción de las locomotoras de gran velocidad; es decir, de más de 90 kilómetros por hora, y especialmente de los motores de trenes rápidos y de gran carga recorriendo líneas muy accidentadas. Empleo del sistema Compound.»

La Memoria comprende dos partes.

La primera se refiere á los motores de gran velocidad empleados en 1899, de dos ó de tres ejes acoplados, ya del sistema ordinario, ya del sistema Compound.





La segunda parte se refiere á los motores de gran velocidad empleados en 1899.

El segundo informe se refiere á Inglaterra y á las Colonias, y la mayor parte se compone de cuadros y proyecciones de máquinas.

Es materialmente imposible dar cuenta detallada de estas dos interesantes Memorias. Y además, como son trabajos por una parte históricos, por otra parte descriptivos, no contienen conclusiones propiamente dichas.

A falta de conclusiones, la primera de las Memorias que indicamos, contiene un resumen de los progresos realizados desde 1889 á 99.

En 1889 las velocidades medias de marcha no excedían de 75 kilómetros por hora.

Actualmente llegan á 95 y 100 kilómetros por hora. Esto como valores medios; que en trayectos determinados pueden llegar á 110 y 120.

En 1889 los trenes más pesados de 230 á 250 toneladas no marchaban con una velocidad superior á 65 kilómetros por hora. En la actualidad, trenes del mismo tonelaje circulan con velocidades de 80 y aun de 90 kilómetros. Y trenes de 300 toneladas caminan con velocidades de 70 á 75 kilómetros.

Claro es que en las comparaciones anteriores se supone que existe igualdad de circunstancias; porque las pendientes y las curvas influyen, como es natural, en la velocidad media.

Pero aun en las líneas accidentadas debe notarse que no solamente han acelerado los trenes su marcha en los trayectos fáciles, sino que las cargas remolcadas sobre las rampas, á velocidad igual, han podido crecer á veces en un 70 por 100.

Es de sentir que en esta masa inmensa de datos y de comparaciones no aparezca el nombre de España, á pesar de que poseemos un desarrollo total de caminos de hierro importante, y en punto á líneas de difícil construcción y de explotación costosa hubiéramos podido presentar ejemplos notables, teniendo en cuenta la naturaleza grandemente accidentada de la Península.

Los resultados anteriores y el gran progreso realizado en cuanto á tonelaje y velocidad, demuestran á la vez y suponen forzosamente un incremento notable en la potencia de las cal-





deras, un mejor sistema para utilizar el vapor producido y un aumento de estabilidad en los sistemas. En suma, un gran adelanto en las locomotoras.

La potencia de una caldera resulta, á la vez, de la *cantidad* y de la *calidad* del vapor que puede engendrar en un tiempo dado.

La cantidad del vapor producido depende de la superficie total de calentamiento, pero muy principalmente de la superficie de la rejilla. Así la diferencia más característica que presentan las calderas modernas, comparadas con las que se construían hace diez años, consiste en un aumento notable en dicho órgano de la caldera.

El aumento de dimensiones de la rejilla ha obligado á modificar la construcción de las cajas de fuego y á emplear metales más resistentes y más flexibles en las piezas principales.

Respecto á los tubos, es de notar que se ha renunciado á los de gran longitud, abandonando los superiores á  $4\frac{1}{2}$  metros. La opinión de muchos Ingenieros de que los tubos cortos son ventajosos desde el punto de vista de la vaporización, ha sido confirmada por las experiencias de Mr. Henry, realizadas en el ferrocarril de París-Lyon-Mediterráneo.

Se ha procurado compensar este acortamiento de los tubos con el empleo de los llamados tubos de aletas; y además, colocando las calderas á mayor altura sobre los carriles, se les ha podido dar diámetros mayores y se ha podido, por lo tanto, aumentar el número de tubos.

La calidad del vapor depende de su presión y de su sequedad.

Respecto á la presión, ha de notarse que en 1889 el timbre de las calderas no pasaba de 12 kilogramos, y aun esto como excepción.

Actualmente, presiones de 14 y 15 kilogramos son muy frecuentes, y aun ciertas calderas están timbradas á 16 kilogramos.

No se hubiera podido conseguir esto con los antiguos materiales, á menos de no aumentar extraordinariamente el peso de las calderas, si los adelantos de la siderurgia no hubieran permitido sustituir el acero al hierro en la construcción del cuerpo cilíndrico y de la envolvente del foco.





No se marcan adelantos tan grandes en lo relativo al grado de sequedad.

En cuanto á la máquina propiamente dicha, ó si se quiere, en cuanto á la aplicación termo-dinámica del vapor, el adelanto más moderno y más importante es el de la aplicación y el de la generalización del sistema Compound á las locomotoras. Es decir, el de utilizar la expansión del vapor todo lo que se pueda en cilindros, por decirlo así, adicionales al principal.

Mientras no se resuelva el problema capital, que ojalá sea gloria del siglo XX, de transformar directamente el calórico de la combustión en fuerza motriz ó en corriente eléctrica, sin pasar por el intermedio tosco y ruinoso de la dilatación de un gas ó de un vapor de agua, en cuyo camino siempre nos encontraremos, á modo de una sentencia fatal, con el teorema de Carnot; mientras esto no se haga, repetimos, los Ingenieros seguirán luchando con la imperfección de las máquinas actuales de fuego, y aunque obtendrán ventajas parciales dignas de aplauso, nunca llegarán á un triunfo definitivo.

El coeficiente de utilización de fuerza en la locomotora alcanza un límite, y por desgracia muy bajo, si se tiene en cuenta el número de calorías consumidas en el hogar.

A esta serie de esfuerzos corresponde el sistema Compound, tanto en las máquinas fijas de vapor como en las locomotoras.

La grande extensión del sistema Compound es, dice el ponente, desde el punto de vista de los motores de gran velocidad, el suceso más importante de estos diez últimos años.

La mayor parte de las Administraciones de caminos de hierro que se han visto obligadas á elevar el timbre de sus calderas á 13 kilogramos ó á una cifra mayor, han ido adoptando sucesivamente dicho sistema. Aun aquellas que por diversos motivos han quedado fieles al sistema de expansión sencilla, reconocen que el sistema Compound es muy económico, si no el más económico, de utilizar la expansión del vapor cuando éste se encuentra á alta presión. En suma, á igualdad de las demás condiciones, permite: 1.º, producir un trabajo determinado con menor gasto de combustible, y 2.º, para un gasto determinado de combustible desarrollar un trabajo útil más considerable.

Sin embargo, en el concepto de algunos Ingenieros y de algunas Administraciones de ferrocarriles, la superioridad econó-





mica de las locomotoras Compound no es efectiva sino para velocidades angulares que no excedan mucho la de 200 vueltas por minuto.

En las experiencias de los caminos de hierro del Estado francés, ha resultado que en las grandes velocidades la simple expansión recobra sus ventajas, y que aún resulta ventajosa en los trenes que han de detenerse cada 25 kilómetros.

Todavía el ponente estudia la relación  $\frac{V}{I}$  en que  $V$  representa la velocidad máxima compatible con el tonelaje remolcado  $I$ , y hace observar que su derivada es menor para las máquinas Compound que para las de simple expansión, cuando  $V$  es muy grande. Es decir, que disminuyendo el tonelaje, el aumento de velocidad es menor.

Semejante desventaja, sin embargo, no es decisiva, porque, como indica el ponente, una máquina de gran velocidad vale menos por la velocidad máxima que puede alcanzar en un tramo horizontal con carga reducida, que por su aptitud para recorrer largos trayectos más ó menos accidentados con velocidades medias elevadas, remolcando una carga suficiente para las necesidades de la práctica. Pero esta aptitud la poseen las máquinas Compound de una manera indudable, como se demuestra con los horarios á cuyo servicio se han puesto.

El resumen de todas estas consideraciones, es el siguiente:

Para todas las velocidades prácticamente realizables, desde 0 hasta 120 kilómetros por hora, el esfuerzo de tracción máxima susceptible de ser desarrollado en cualquier instante por la máquina de expansión simple, es superior al que se puede desarrollar por la máquina Compound.

Con velocidades moderadas, las máquinas de simple expansión no pueden sostener largo tiempo el esfuerzo máximo de que son capaces, en razón á la gran cantidad de vapor que se necesita para este esfuerzo y que la caldera no puede producir.

En cambio, las máquinas Compound, por utilizar mejor el vapor que la caldera les suministra, son más poderosas en estas velocidades moderadas, que las máquinas de simple expansión. Las máquinas Compound, sin embargo, van perdiendo esta ventaja á medida que la velocidad aumenta.

Si en las grandes velocidades las máquinas ordinarias no





desarrollan un esfuerzo superior al que marcan las experiencias, no es, por decirlo así, por deficiencia de la máquina, sino por insuficiencia de la caldera. En cambio, por poderosa que la caldera fuese, el esfuerzo desarrollado por las máquinas Compound no crecería por el suplemento de vapor que se suministrase á su mecanismo.

Realmente, todas estas observaciones, que son muy interesantes, eran ya conocidas de los Ingenieros; han sido muy discutidas, pero el informe que examinamos tan lleno de datos interesantes y de respetables opiniones, viene á prestar nueva fuerza á las conclusiones que acabamos de reseñar.

De todas maneras, el resultado de las experiencias, que en el informe se consignan, sólo es completamente riguroso para las máquinas experimentadas, y el estudio teórico y práctico de las máquinas Compound continuará muchos años dando materia de discusión al Congreso de ferrocarriles.

Siguen después en la Memoria: 1.º Algunas consideraciones sobre el empleo de cuatro cilindros sobre dos ejes motores, ó de dos cilindros, ó de cuatro cilindros en tamden. 2.º Algunas ligeras indicaciones sobre el mecanismo distribuidor. 3.º Sobre el metal blanco. 4.º Sobre los progresos realizados respecto á la estabilidad de las máquinas de gran velocidad principalmente por el empleo de trenes delanteros móviles.

Respecto á todas estas materias, nada podemos decir por falta de tiempo, limitándonos á señalar una tendencia marcada á aumentar el volumen de los cilindros con relación á las máquinas.

De la segunda ponencia de T. Hurry Riches que se refiere á Inglaterra y á sus colonias, comprendiendo más de 200 páginas, casi todas ellas de diagramas y dibujos, diremos muy poco; y no porque el informe no sea muy interesante, muy sustancioso, de alto valor científico y sobre todo práctico, sino porque necesitaríamos escribir otra Memoria tan extensa por lo menos como la del insigne Ingeniero.

Las velocidades reglamentarias según dicho informe, superiores á 90 kilómetros por hora, son muy raras en los caminos británicos. Se podrá en ciertos trayectos aumentar la rapidez de la marcha, pero la velocidad media no excede del límite indicado.

Son de notar máquinas de ruedas relativamente pequeñas; de





gran peso adherente; de grandes calderas; con extensa superficie de calefacción y ancha superficie de rejilla.

El ponente recomienda el tipo de cuatro ruedas acopladas y sobre todo una gran potencia de vaporación en la caldera.

Respecto al diámetro de las ruedas se marca cierta tendencia á disminuirlo, como reacción contra la tendencia contraria que dominó algunos años.

Los numerosos cuadros y dibujos de este informe permiten establecer una comparación exactísima entre los diferentes tipos de máquinas hoy empleadas en el Imperio británico.

Grandes progresos se han realizado en las disposiciones y construcción de las locomotoras, y así se ha podido aumentar continuamente la velocidad de marcha. Pero las exigencias del público son cada día mayores, sobre todo respecto á rapidez, y la opinión del ponente sobre este punto se expresa textualmente en los siguientes términos, que ya consignamos en el cuerpo de esta Memoria:

«En cuanto á lo que se refiere á la tracción de trenes expresos, no tardará en operarse una gran revolución, tanto en Inglaterra, como en el extranjero; y es probable que en ella juegue la electricidad un papel importante. No quiere decir esto que se puedan transformar los caminos de hierro actuales en líneas eléctricas; pero acaso la locomotora podría, al mismo tiempo que engendra la corriente necesaria para su propia propulsión, alimentar una serie de motores colocados en los demás carruajes. De esta suerte el peso de casi todo el tren proporcionaría adherencia para la tracción.»

En la respetable opinión que precede hay una parte muy digna de consideración y que refleja opiniones varias veces emitidas; pero hay otra que no puede aceptarse—dado que se aceptara, lo cual nos parece dudoso—sino después de una amplia discusión. Nos referimos al sistema propuesto de que sea la misma locomotora la que engendre la corriente eléctrica.

También se ha propuesto este sistema antes de ahora; pero más de una vez ha sido combatido por autoridades respetables.

De todas maneras, el informe de que se trata demuestra cómo se va extendiendo la creencia de que al fin llegará un día en que á la tracción por el vapor se sustituya la tracción eléctrica, siquiera ese día no esté tan próximo como fuera de desear.





Hemos reunido en este resumen las cuestiones más trascendentes, á nuestro entender, entre todas las que han sido sometidas á la deliberación del Congreso, repitiendo á veces algo de lo que ya habíamos dicho.

De las restantes, que son muchas, casi todas, y todas dignas de interés, y que constituyen una serie de estudios que demuestran las altas dotes de los Ingenieros ponentes que en ellas se han ocupado, nada diremos aquí, porque sería hacer interminable esta Memoria. Además, lo más sustancial ya queda dicho en los capítulos precedentes.

Pero antes de concluir someteremos respetuosamente á la Superioridad algunas observaciones que acaso conviniera tener en cuenta en interés de nuestros ferrocarriles y de los Ingenieros españoles.

El Congreso de Ferrocarriles es una asociación de gran importancia y de nombradía universal.

En sus trabajos toman parte los Ingenieros más eminentes de ambos mundos.

Las cuestiones que se discuten, siendo siempre altamente científicas son eminentemente prácticas, y el buen nombre de toda nación está interesado en que sus hombres de ciencia tomen parte en los trabajos del Congreso.

Pero dichos trabajos—según hemos manifestado varias veces en esta Memoria—no se improvisan, sino que, bien al contrario, se preparan con años de anticipación.

Conviene, pues, hacer público el cuestionario del próximo Congreso tan pronto como sea posible, para inteligencia de todos los Ingenieros españoles y de todas nuestras empresas de ferrocarriles; para que aquellos y éstas se preparen con tiempo suficiente si han de tomar parte en los trabajos y en las discusiones del Congreso, y para que de esta suerte nuestros Ingenieros vayan entrando en el concierto general de la ciencia.

En qué forma se han de realizar estas ideas, dado que convenga realizarlas, no nos toca decirlo. La Superioridad en su ilustración y en su afán por enaltecer la patria española sabrá escoger los medios más convenientes.

Hemos creído, sin embargo, necesario, aleccionados por la experiencia del último Congreso, consignar aquí las observaciones que quedan expuestas.





# ÍNDICE

Págin as.

## Primera parte.

Plan de este trabajo.....	1
---------------------------	---

## Segunda parte.

Tema 1.º—Naturaleza del metal para carriles.....	5
— 2.º—Juntas de los carriles.....	13
— 3.º—Cambios y cruzamientos.....	17
— 4.º—Conservación de la vía en las líneas de gran circulación, en vista de reducir los retrasos de los trenes.....	20
— 5.º—Medios empleados para evitar la acumulación de nieves sobre las vías ó para quitarlas....	25
— 6.º—Construcción y pruebas de los puentes metá- licos.....	30
— 7.º—Enlace de las inclinaciones diferentes del perfil	45
— 8.º—Conservación de las maderas.....	46
— 9.º—Balasto.....	48
— 10.º—Corrimiento longitudinal de los carriles.....	56
— 11.º—El escape y tiro en las locomotoras.....	57
— 12.º—Locomotoras de los trenes de velocidad muy grande.....	61
— 13.º—Estabilidad de los ejes de las locomotoras....	65
— 14.º—Doble tracción.....	66
— 15.º—Purificación de las aguas de alimentación de las locomotoras y desincrustantes.....	71
— 16.º—Empleo del acero y del hierro fundidos en la construcción del material de tracción y trans- porte.....	73
— 17.º—Frenos y enganches de carruajes y vagones..	75
— 18.º—Capacidad de los vagones de mercancías....	77
— 19.º—Tracción eléctrica.....	79
— 20.º—Carruajes automóviles.....	84
— 21.º—Iluminación de los trenes.....	85
— 22.º—Remoción y transporte de cargas incompletas.	88
— 23.º—Trenes de mercancías de largo recorrido....	93



FUNDACIÓN  
JUANELO  
TURRIANO



	Páginas.
Tema 24.º—Enclavamientos económicos . . . . .	94
— 25.º—Bloqueo automático (Blook-systems) . . . . .	97
— 26.º—Señales repetidoras de las señales ópticas. . . . .	103
— 27.º—Empleo del teléfono. . . . .	108
— 28.º—Medios para impedir las colisiones por vagones escapados. . . . .	116
— 30.º—Distribución del material de transporte. . . . .	120
— 32.º—Centros de liquidación (Clearing-houses). . . . .	123
— 33.º—Agrupación de mercancías para el transporte. . . . .	132
— 34.º—Instrucción profesional de los agentes de los caminos de hierro. . . . .	135
— 35.º—Sociedades cooperativas y Economatos. . . . .	153
— 36.º—Simplificación de los reconocimientos en las Aduanas. . . . .	156
— 37.º—Influencia de los caminos de hierro económicos en la riqueza pública. . . . .	159
— 38.º—Medios para desarrollar los caminos de hierro económicos. . . . .	161
— 39.º—Cruzamientos de las grandes líneas por las líneas económicas. . . . .	162
— 40.º—Transportes de los productos agrícolas á las estaciones de los caminos de hierro. . . . .	163
— 41.º—Coches y vagones para los caminos de hierro económicos. . . . .	166
— 42.º—Calefacción de los coches en las líneas económicas. . . . .	168

### Tercera parte.

Resumen. . . . .	171
------------------	-----





CONGRESO INTERNACIONAL

DE

# ELECTRICIDAD

CELEBRADO EN PARÍS EN EL AÑO DE 1900



## MEMORIA

DEL DELEGADO DEL GOBIERNO ESPAÑOL

DON DIEGO MAYORAL

INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS



FUNDACIÓN  
JUANELO  
TURRIANO



# DIAGNÓSTICO



## INTRODUCCIÓN

---

Con ocasión de la Exposición Universal de 1900, que había de reunir en París numerosos hombres de ciencia é Ingenieros de todos los países, los electricistas franceses acordaron la celebración de un Congreso internacional de Electricidad que confirmara y revisara las decisiones de las reuniones de la misma índole anteriores; que adoptara aquellas otras exigidas por incesantes progresos, y, en fin, para discutir y cambiar impresiones sobre aquellos puntos que más preocupan y excitan la controversia entre las personas interesadas en la ciencia é industria eléctricas.

Dos Congresos internacionales en 1887 y 1889 en París y uno en 1893 en Chicago, además de la conferencia internacional para la determinación de las unidades eléctricas, y otros dos Congresos no oficiales en Francfort y Ginebra, se han celebrado en los últimos veinte años. Pero los adelantos de la industria eléctrica, sobre todo, han ido creciendo en progresión geométrica con el tiempo y apoyada en las brillantes conquistas que la ciencia electro-técnica vulgarizada por la creación de grandiosos Institutos y Laboratorios en las naciones que van al frente de la civilización realizara, ha alcanzado en la última década tales progresos, que justificaban por sí solos la oportunidad de la reunión de esta Asamblea y el carácter de la misma.

Hemos presenciado, en efecto, cómo la luz eléctrica se ha difundido, llegando á las más insignificantes poblaciones, gracias á perfeccionamientos no interrumpidos en los aparatos de generación, transformación y utilización. La electricidad, como agente de tracción, ha sustituido ó va sustituyendo casi universalmente al motor de sangre, y sus ya indiscutidas ventajas y favorables resultados obtenidos en la explotación de los pequeños ferrocarriles eléctricos existentes, aseguran á esta forma de la energía el primer lugar como agente de locomoción en las





grandes líneas. Como en el transporte de fuerza Lauffen-Francfort, quedara admirablemente demostrado la posibilidad del transporte de energía á grandes distancias por medio de la electricidad, merced al empleo de las altas tensiones, hemos visto en los últimos años multiplicarse las instalaciones de esta clase; miles de caballos se han transportado á cientos de kilómetros con presiones elevadas, que llegan ordinariamente de 15 á 20.000 voltios con la misma facilidad y seguridad que si se tratara de algunos caballos á cientos de metros y voltios. Estas aplicaciones han provocado perfeccionamientos notables en los aparatos que utilizan la corriente eléctrica en su forma natural ó alternada, con dimensiones crecientes. El motor trifásico, tan sencillo como espiritual, si se me permite la frase, ha pasado rápidamente del laboratorio al taller, cumpliéndose las esperanzas que su feliz concepción despertara. Y en fin, la electro-metalurgia, telegrafía y telefonía, han tenido nuevas é interesantes aplicaciones, y la telegrafía sin hilos aunque en sus comienzos, nos ha ofrecido ya notables resultados prácticos, haciendo concebir un porvenir lleno de halagüeñas esperanzas.

Las consideraciones que preceden justifican que la Comisión organizadora del Congreso insistiera con gran acierto, en la comunicación dirigida á los miembros del mismo, en que «sin quitar á las cuestiones de teoría el importante papel que le corresponde, las discusiones del Congreso deberán tener, sobre todo, un carácter industrial y económico.»

Nombrado el Ingeniero que suscribe, representante del Ministerio de Agricultura, Industria y Comercio en este Congreso, pasa á dar sucinta cuenta de los trabajos en que se ha ocupado.





## ORGANIZACIÓN Y TRABAJOS

## PROGRAMA

Un comité de organización compuesto de los Sres. Marcart, como presidente; Moissau, Fontaine, Gariel, vicepresidentes; Janet, Sartiaux, secretarios; Viollet, tesorero, y varios miembros asociados, redactaron el programa del Congreso cuyo resumen es el siguiente:

- I. *Métodos científicos y aparatos de medida.*
- II. Esta sección fué dividida á la apertura del Congreso en tres subsecciones:
  - 1.<sup>a</sup> *Producción y utilización de la energía eléctrica.*
  - 2.<sup>a</sup> *Alumbrado eléctrico.*
  - 3.<sup>a</sup> *Tranvías de contactos superficiales.*
- III. *Electroquímica. — Electrometalurgia. — Acumuladores. — Hornos eléctricos.*
- IV. *Telegrafía. — Telefonía. — Aplicaciones diversas.*
- V. *Electrofisiología.*

Prescindimos de la primera sesión inaugural, en la cual se bosquejó el plan de los trabajos futuros, y se pronunciaron los discursos y frases de cortesía de rigor en estas sesiones, para examinar los trabajos de la primera sección.









## PRIMERA SECCIÓN

**Métodos científicos y aparatos de medida.**

## UNIDADES

Sobre el primer número de esta sección, que era «Recapitulación y coordinación de las decisiones de los Congresos anteriores sobre magnitudes y unidades», presentó la «American Institution of Electrical Engineers» una proposición recomendando:

1.º Dar nombre á las unidades absolutas de los sistemas electro-magnéticos y electro-estáticos, y prefijos á los múltiplos y submúltiplos decimales.

2.º Racionalización de las unidades eléctricas y magnéticas.

Esta proposición, conocida en Europa antes de la celebración del Congreso, no encontró simpatías algunas en Francia y Alemania. Es dudosa, en efecto, la necesidad de introducir en la ciencia y en la práctica nuevo tecnicismo que en la generalidad de los casos no da idea de la unidad ó magnitud que denomina, por haber presidido á su elección razones históricas ó la arbitrariedad más ó menos justificada. Una comisión nombrada del seno del Congreso, presidida por M. E. Hospitalier, adoptó los siguientes acuerdos:

1.º No tomar en consideración más que las proposiciones que no exigieran modificación en las decisiones de Congresos anteriores.

2.º No dar nombre á todas las unidades electro-magnéticas.

Sin embargo, como transacción, y fundándose en la existencia de aparatos que dan directamente la intensidad de campo en unidades C. G. S., la Comisión de Delegados oficiales adoptó las dos resoluciones siguientes:

1.<sup>a</sup> *Resolución:*

La sección recomienda la atribución de nombres especiales



á las unidades C. G. S. de campo magnético y de flujo magnético.

2.<sup>a</sup> Resolución.

NUEVA NOMENCLATURA

1.<sup>o</sup> La sección recomienda la atribución del nombre de *Gauss* á la unidad C. G. S. de campo magnético.

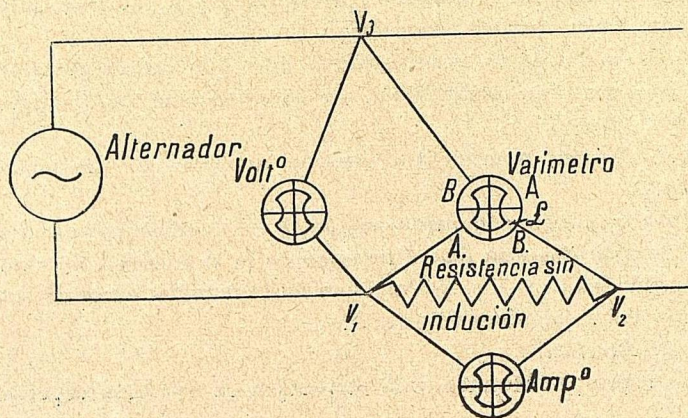
2.<sup>o</sup> La sección recomienda la atribución del nombre *Maxwell* á la unidad C. G. S. de flujo magnético.

Estas dos resoluciones fueron adoptadas con el carácter de recomendación, no sin hacer observar atinadamente los señores Mascart y Ayrton que el empleo de aparatos prácticos, dando la intensidad de campo en unidades C. G. S., no justificaba la necesidad de dar nombre á la unidad. Además, estaban en contradicción con el espíritu de los Congresos de 1887 y 1889, que no dieron nombres de sabios á las unidades C. G. S.

En esta sección se presentaron algunas comunicaciones dignas de citarse.

MEDIDA DE LAS CORRIENTES ALTERNATIVAS

Mr. Addenbrooke dió á conocer una disposición completa para la medida de las corrientes alternativas y polifásicas, con empleo exclusivo de electrómetros y resistencias. La disposición esquemática es la siguiente:





Con la disposición indicada, que es la misma del procedimiento Potier, se demuestra empleando la fórmula del electrómetro, que haciendo dos lecturas  $\alpha$  y  $\phi$ , la primera con las conexiones tal como aparecen en la figura y la segunda poniendo en comunicación la aguja con el extremo izquierdo de la resistencia, la potencia viene dada por

$$\frac{\phi - \alpha}{K R}$$

M. Addenbrooke calibra los instrumentos de modo que

$$K = 1 \text{ y } \frac{\phi}{R}$$

sea muy pequeño.

Para la medida de las altas tensiones utiliza los mismos aparatos, haciendo las medidas de voltaje sobre un trozo de una resistencia en derivación.

La resistencia  $R$  se escoge de tal modo, que produzca una caída de tensión de 1.5, por ser esta la fuerza electromotriz, aproximada de un elemento Clark, con el cual se calibran los instrumentos. Mr. Addenbrooke ha construido también aparatos electroestáticos sensibles en que las lecturas se hacen por reflexión y una disposición de detalle, á fin de facilitar el empleo de su método en la práctica industrial.

Participa el método, de las ventajas de todos los electroestáticos, no son influenciados por el magnetismo ni inducción y consumen poca corriente. En contra de ellas, son delicados, difíciles de calibrar, no parece práctico el empleo de la resistencia para las altas tensiones y requiere una serie de experiencias previas antes de usarlo. En una palabra, creemos que el vatímetro está más indicado para los casos prácticos, tal como se construye hoy por las buenas casas constructoras, por ejemplo, Ganz y Compañía de Budapesth.

Sobre la medida de la frecuencia de las corrientes alternativas presentó una nota Mr. Kempf-Hartmann, describiendo un ingenioso aparato en que se mide aquella por el sonido emitido por una lámina metálica previamente excitada delante de un electroimán, cuyo circuito lo recorría la corriente alternativa.





## APARATOS DE MEDIDA

Mr. R. Arnoux y Mr. P. Janet, comunicaron datos sobre aparatos de medida. El primero habló de un galvanómetro térmico de su invención, con disposiciones muy sencillas para amplificar las dilataciones (por medio de una pequeña palanca) y compensar (empleando otros hilos paralelos) la temperatura del ambiente; gracias á ella, dice, obtiene una derivación de  $90^\circ$  en la aguja para una corriente de 3.5 amperios y 0.1 voltio.

Mr. Janet describió un aparato registrador compuesto de tres voltímetros y un amperímetro, destinado á señalar las variaciones de potencial en los polos de tres lámparas de arco en serie.

## OSCILÓGRAFOS

M. Blondin, en nombre de M. Blondel, trató de los nuevos oscilógrafos de este último, tan útiles para el estudio de las curvas de los alternadores. Son de tres tipos diferentes.

El oscilógrafo bifilar, el de hierro dulce y el de cinta de hierro dulce, derivado del anterior. El primero es el más exacto, y el tercero el más industrial, pues pesa poco, la fotografía de las curvas se obtiene con una sola lámpara incandescente, y como el campo directo lo produce un imán permanente, no hace falta corriente continua.

Un aparato de esta clase vimos funcionar aplicado á un alternador Labour, y en efecto, se distingue claramente la forma de la curva de  $FEM$ , sus dentellones correspondientes como se sabe á los de la parte de hierro del inducido; se apreciaba al desplazamiento de la curva de intensidad ó diferencia de fase, etc., pero en el modelo que presenciábamos no juzgamos era fácil medir con exactitud las ordenadas de la curva ó someterla á uno de los métodos que dan la descomposición de ella en armónicas que tanta importancia tiene para el estudio de la influencia que en cada alternador tiene la discrepancia de su curva de  $FEM$ , con la senoide. El mismo M. Blondel ha hecho (en colaboración con otros señores) estudios por medio de oscilógrafos en alternadores difásicos y trifásicos y deducido las importantes consecuencias:





## ESTUDIOS CON EL OSCILÓGRAFO

- 1.<sup>a</sup> Que la carga de una fase influye sobre la forma de las curvas de las otras fases.
- 2.<sup>a</sup> La deformación aumenta con la desigualdad de las cargas.
- 3.<sup>a</sup> La reacción del inducido produce en el circuito inductor pulsaciones á veces muy fuertes, cuya frecuencia es igual al doble del producto de la frecuencia de la corriente inducida por el número de fases.

## REPRESENTACIÓN MECÁNICA DE LOS FENÓMENOS ELÉCTRICOS

M. Véyde y M. Hildburgh hicieron comunicaciones, el primero presentando una memoria sobre la representación mecánica de los fenómenos eléctricos, según la idea de los torbellinos de Maxwell y exhibiendo un aparato que reproducía los efectos de una fuerza electromotriz sobre un circuito conteniendo resistencia, inducción y capacidad.

## CORRIENTES RECTIFICADAS

M. Hildburgh trató de los aparatos destinados á rectificar corrientes alternativas. Estos aparatos ó procedimientos, que pueden ser mecánicos, físicos y químicos, sólo tienen aplicación en Inglaterra en donde modernamente se han hecho algunas instalaciones de alumbrado por arco en serie en poblaciones donde sólo había corriente alternativa, limitándose á enderezar ésta á fin de utilizar arcos de mejor rendimiento que los de corrientes alternativas.

PATRÓN DE  $F E M$ 

En fin, el constructor Arnoux habló de las grandes ventajas del patrón de  $F E M$  constituido por cadmio y sulfato de cadmio construido por él. Comparado con el tan conocido de Latimer Clark, la variación de  $F E M$  en función de la temperatura es según el constructor, 30 veces menor.





## FOTOMETRÍA

La fotometría, que tiene tantísima importancia para el estudio de las lámparas eléctricas, no ha sido objeto de estudios detenidos por parte del Congreso. Razones varias contribuyen á que esta parte de la ciencia física avance poco, no obstante el interés que los fabricantes y consumidores de lámparas eléctricas tienen en poseer métodos fotométricos y fotómetros de una aplicación sencilla, económica y con resultados aceptables para la práctica. Los diversos patrones propuestos, las bujías inglesa y alemana, los patrones de llama (Hefner-Alteneck y otros,) los de platino, etc., no son prácticos ni perfectos, teniendo necesidad de recurrir á patrones intermedios constituidos por lámparas eléctricas previamente calibradas, en los ensayos fotométricos de las lámparas incandescentes, según se practica hoy en Alemania por el método de Strecker que ha adoptado la Verband Deutscher Elektrotechnikér. A lo anterior se agrega que existe una verdadera confusión en el empleo de unidades, á pesar de los trabajos del Congreso de Ginebra de 1896, distinguiéndose en la fotometría de las lámparas nada menos que: la intensidad media horizontal, la vertical, la máxima, la esférica y la hemisférica, con lo que se explica que á veces no sean comparables resultados obtenidos por diferentes experimentadores.

En la solución del difícil problema de la fotometría heterocroma, tampoco se ha adelantado gran cosa, ni en la práctica ha entrado el método recomendado por el Congreso de 1889, de hacer la comparación entre dos manantiales de luz heterocromos, limitándola á la de las intensidades de las radiaciones correspondientes á una misma longitud de onda.

En el Congreso de cuyas tareas nos ocupamos, trataron los señores Cornu y Crowa de la representación de las radiaciones, recomendando el último el empleo de la frecuencia ó la inversa de las longitudes de onda, como más práctico que la longitud misma. M. Violle trató en una Memoria de los progresos realizados en los patrones y aparatos de medida fotométrica.

## PATRONES DE INCANDESCENCIA

Entre los primeros cita los patrones de incandescencia y los de llama.





El patrón de platino ha sido objeto de serios trabajos por parte de M. Petavil y de los Sres. Lummer y Kurlbaum que han construido el del «Phisikalisch-technische Reichs-Anstalt», constituido por una lámina de platino puesta incandescente por una corriente eléctrica, que se emplea para calibrar la lámpara Hefner. Otros patrones incandescentes se han propuesto, como el cráter del carbón positivo de un arco, cuyo brillo es constante entre 500 y 3.400 vatios, sin que hasta ahora haya dado resultados satisfactorios. En fin, como patrón de incandescencia, examina la lámpara eléctrica empleada con voltaje absolutamente constante, objeto de los estudios del Doctor E. Lieben-thal, quien recomienda el método de la Unión de electricistas alemanes, ya citado anteriormente.

#### PATRONES DE LLAMA

Entre los patrones de llama, se ocupa M. Violle del patrón Hefner ó de acetato de amilo; del de Vernon-Hartcourt ó pentano y algunos otros menos importantes de acetileno, naftalina, etc. De esta exposición dedúcese la superioridad del Hefner cuando se regula la llama, puesto que las variaciones de intensidad no pasan de 2 %, siendo su intensidad igual á 0,885 de bujía decimal.

Las variaciones que fija á los otros, son:

46,5 por 100, á la bujía inglesa.

24 por 100 á la alemana.

18,2 por 100 á la lámpara cárcel.

Estos números parecen algo arbitrarios, y por nuestra parte hemos hecho medidas fotométricas utilizando las bujías alemanas de parafina para calibrar un mechero auxiliar, habiendo observado pequeñas variaciones siempre que se cuide su llama, así como se regula el Hefner.

#### FOTÓMETROS

Entre los nuevos fotómetros, cita los aparatos de los señores Lummer y Brodhun (fotómetros y espectofotómetros), el fotomesómetro, que da la intensidad media; el humen-metro, que da la esférica, y el fotómetro universal, que mide la intensidad, iluminación y brillo, aparatos los tres de Mr. Blondel.





Los aparatos de Lummer y Brodhun constituyen un adelanto positivo, en su fotómetro de igualación se sustituye la pantalla del fotómetro Bunsen con la mancha de grasa por la una pequeña intersección de una cara plana y otra esférica de dos prismas; con el de contraste se alcanza la mayor exactitud, y es posible comparar dos manantiales de luz cuya diferencia de coloración sea pequeña. No cita Mr. Violle el fotómetro de Leonhard Weber, cuyo uso se extiende más y más, gracias á su transportabilidad y eficacia para medir la iluminación de superficies, de mucha utilidad en los casos de luz indirecta.

La memoria termina citando los progresos verificados en fotometría heterócroma, que no son de gran importancia como anteriormente dijimos.





## SEGUNDA SECCIÓN

## 1.º—Producción y utilización de la energía eléctrica.

## MÁQUINAS DINAMOELÉCTRICAS

Mr. Lleblanc estudia la posibilidad y conveniencia de construir las como máquinas de inducción, ya sean de corrientes continuas ó alternativas.

En las de corrientes continuas, además del arrollamiento del inducido, se alojarían en la parte fija de la máquina otros dos arrollamientos: uno que reproduciría el del inducido y anularía, por tanto, la reacción de éste; otro que, tratándose de una máquina de dos polos, daría una fuerza magnetizante orientada perpendicularmente á la línea de las escobillas. En una palabra, es la aplicación dando al sistema inductor la disposición de la parte fija de una máquina de inducción del tan conocido sistema compensador de J. Fischer Hinnen. La economía que en el peso se obtuviera con ella no creemos que fuera muy grande, y en cuanto á la ventaja de suprimir el desplazamiento de escobillas, como consecuencia de la desaparición de reacción en el inducido, hay que tener presente que hoy está reducido muchísimo en las buenas dinamos.

Aplicada disposición análoga á un alternador, como se ha de desarrollar una fuerza magnetizante igual y de signo contrario á la engendrada en la armadura, la corriente de excitación debe variar entre límites muy distantes, y para que dichas variaciones sean obtenidas automáticamente, hace falta una disposición compensadora.

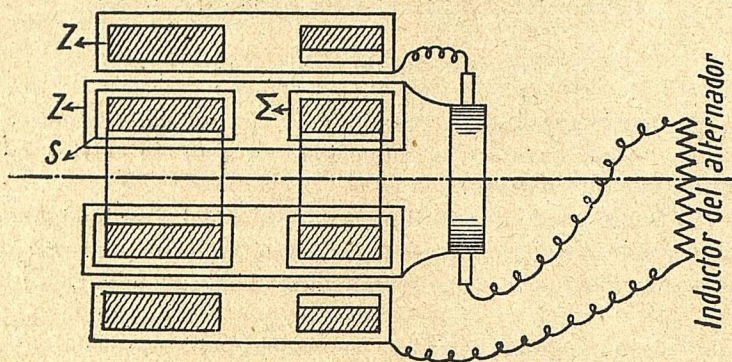
## ALTERNADORES COMPOUND

Varias disposiciones existen hoy para compensar los alternadores. La estudiada por M. Leblanc es la primera que se ocurre tomándola de la máquina Compound de corriente continua, á saber: hacer formar el campo de la excitatriz por una corriente alternativa en serie con la principal del alternador y otra en derivación; si encima se dispone un arrollamiento de corriente continua provisto de su colector, de éste se podrán derivar las





corrientes de excitación del alternador y del sistema inductor de la excitatriz.



$S$  = Arrollamientos en serie.

$\Sigma$  = Idem en derivación.

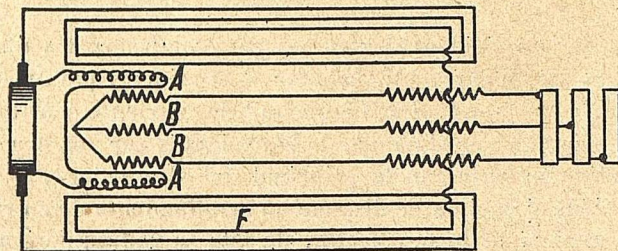
$Z$  = Idem de la corriente continua.

$Z$  = Idem del inductor igual al anterior.

Un alternador de esta clase de 75 *kv.* expuesto por la casa A. Grammont, ha sido objeto de experimentos, comprobándose su auto-excitación, invariabilidad de voltaje y facilidad para sincronizarlo con otros alternadores.

M. Blondel ha estudiado también un alternador Compound polifásico, empleando una excitatriz de corriente continua, cuyo inducido es atravesado por la corriente del alternador. La máquina ensayada era de 100 *kvs.*

El mismo sistema ha sido empleado por E. Danielson, con posterioridad á M. Blondel, construyendo una máquina trifásica de ensayo con la siguiente disposición esquemática.





$A$  = Devanado de la excitatriz.

$B$  = Idem compensador de idem.

$C$  = Idem del generador trifásico.

$F$  = Idem del sistema inductor.

La constancia de voltaje fué notable, según se desprende del artículo que publicó el autor en la «Elektrotechnische Zeitschrift», 1899-38.

Otro sistema de alternador compound indicó M. Boucherot. La excitatriz de esta máquina es accionada por la corriente del alternador, por intermedio de un transformador, cuyo circuito primario es recorrido por aquella y el secundario suministra corriente al sistema inductor de la excitatriz. Esta tiene aquél como el de un motor de campo magnético giratorio y el inducido con tres arrollamientos sinusoidales (1). En la galería de la sección francesa de la Exposición, existe una máquina de 1.000 caballos, de este sistema. Desde el punto de vista de la complicación, no lleva gran ventaja al sistema de emplear una conmutatriz para la excitación, pero tiene en cambio, la de compensar, disminuyendo las caídas de potencial, muy fuertes en aquel.

#### MÁQUINAS DE INDUCCIÓN COMO GENERADORES Y MOTORES

En una nota presentada al Congreso reprodujo M. Leblanc un estudio anteriormente publicado en parte en «L'Electricien» de 1899, sobre la excitación de las máquinas de inducción.

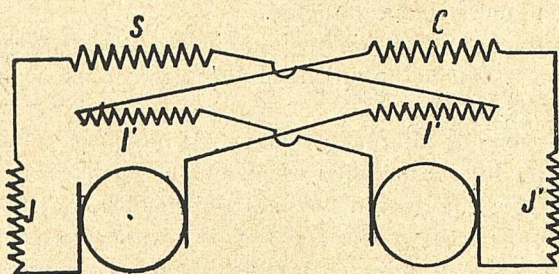
Partiendo del hecho de que una máquina de inducción funciona como generatriz en el momento en que su velocidad pasa de la de sincrónimo, se concibe la posibilidad de convertir un motor en generador, siempre que lo proveamos de su excitatriz. La excitación que crea el campo puede hacerse en el sistema inductor ó en el inducido; para lo primero la excitatriz sería un alternador que suministrara una corriente de alta frecuencia; su trabajo aparente sería muy grande y las dimensiones de la máquina también. Pero si se excita el sistema inducido, la frecuencia de la corriente sería la de *deslizamiento*, es decir, muy pequeña, la excitatriz también lo sería y M. Leblanc demuestra

(1) En *L'Industrie Electrique* de 1899, puede estudiarse la disposición y teoría de estos ingeniosos arrollamientos sinusoidales.





que se realiza aquélla por medio de dos máquinas de corriente continua, acopladas en el mismo eje y con las siguientes conexiones en sus sistemas inductor é inducido:



$S$  y  $C$  circuitos inducidos de la máquina de inducción.

$J$   $J'$  circuitos inductores de la excitatriz.

$I$   $I'$  Idem id. id.

Las máquinas así excitadas tienen la propiedad de recibir corrientes devatadas (desvattes, wattlose), ó suministrarlas á la red según los valores del deslizamiento; pueden acoplarse entre sí y con otros alternadores, en serie, toda vez que el par resistente desarrollado sobre su eje es independiente de la fase de su movimiento, y empleados como receptrices funcionan como resistencia sin inducción ( $\cos 0=1$ ), lo cual es de importancia capital para la buena utilización del alternador que las alimenta.

#### ALTERNADORES ACOPLADOS EN DERIVACIÓN

En una Memoria de M. Chevrier se estudia la conducción ó manejo de los alternadores de una estación central para que suministren la misma corriente y la misma energía. Este problema ha sido resuelto en toda su generalidad por G. Kapp (Kraftübertragung, Dynamomaschinen), limitándose el señor Chevrier á estudiar en el caso particular de dos alternadores idénticos sincronizados, la repartición de cargas y estabilidad de marcha.

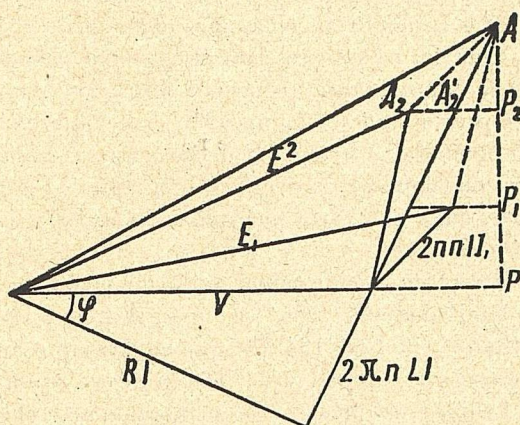
Si dos alternadores están acoplados, la variación en la excitación de uno de ellos no produce como en las máquinas de corriente continua una variación del mismo sentido en la excita-





ción é intensidad de corriente, sino que esta última, cuando aquélla (la excitación) disminuye, empieza á disminuir, llega á un límite correspondiente al caso en que la diferencia de fase con la tensión de la red es igual á  $90^\circ$ , y después empieza á aumentar nuevamente. Porque si en el caso de corriente continua, el aumento de la intensidad de una máquina implica disminución en la de la otra, ya que su suma ha de permanecer constante en el de los alternadores, como ambas intensidades se suman geoméricamente (paralelógramo), la suma ha de permanecer constante, y la excitación al mismo tiempo que disminuye la tensión, aumenta la diferencia de fase entre las corrientes de ambos alternadores, el crecimiento de una de ellas origina un incremento positivo ó negativo de la otra. No conseguiremos, pues, variando un solo reostato, anular la carga de un alternador para ponerlo fuera del circuito.

El diagrama de dos alternadores acoplados (á excitación y por tanto tensiones iguales) para diferentes cargas, es:



$V$  = Diferencia de tensión en los polos.

$L$  = Coeficiente de auto-inducción del circuito.

$R$  = Resistencia idem id.

$n$  = Coeficiente de auto-inducción de un alternador.

Si las corrientes  $I_1$  é  $I_2$  no tienen la misma fase, los alternadores y unión entre ambos serán recorridos por la corriente  $A$ , ó de circulación, que nosotros llamaríamos diferencial. Esta



corriente caliente inútilmente los inducidos, y tanto para suprimirla como para repartir las cargas igualmente, tenemos que variar las excitaciones, de modo que los puntos  $A_1$  y  $A_2$  vengan á  $M$ , puesto que las cargas de ambos alternadores son proporcionales á  $PP_1$  y  $PP_2$ . Esto se consigue para el diagrama dibujado, aumentando la del alternador 2., y disminuyendo la del 1., hasta que  $A_1$  y  $A_2$  vengan á  $A_1'$   $A_2'$  y después al revés, hasta que coincidan con  $M$ , y si se quisiera hacer desaparecer la carga de uno de ellos para quitarlo del circuito, es decir, que vinieran  $A_1$  y  $A_2$  á  $O$  y  $A$ , sería preciso, sin variar la velocidad del alternador, disminuir la potencia transmitida al mismo, y esto se consigue por la variación de excitación y con un regulador manioerable á mano, del cual deben estar provistos los motores.

Lo que precede tiene, sin embargo, un interés principalmente teórico.

Ya que se han supuesto los alternadores iguales, en la práctica seríanlo también los motores, y á igualdad de excitación, tensión y velocidad, las potencias transmitidas serían idénticas y las corrientes coincidirían en su fase. Aquellas consideraciones del Sr. Cherrier se aplican para el caso excepcional en que los motores se diferenciaron quizás por desgastes desiguales.

Sobre la estabilidad de la marcha, hace referencia aquel señor en su Memoria al fenómeno de resonancia ó movimiento pendular, reconociendo la necesidad de añadir al regulador de las máquinas, cuyo par varía (máquinas de vapor), un amortiguador enérgico.

Por nuestra parte, añadiremos, que este fenómeno ha sido estudiado detalladamente por los Sres. Kapp y Benischke (Elek. sche Zeitschrift 1899-134-870) que ha descripto una representación mecánica de aquél y del efecto de un amortiguador como el de Leblanc. El primero en su notable artículo, llega á las curiosas consecuencias: 1.º Que el tiempo de oscilación del inducido es independiente de la carga. 2.º El aumento en la masa del volante puede ejercer influencia perjudicial. 3.º Sin modificar aquél puede corregirse el fenómeno, rodeando las piezas polares de anillos de cobre (amortiguador Leblanc) ó por la inserción de una bobina de inducción (Drosselspul ).

Y para terminar con los alternadores, diremos que por M. Rey se dió suscita cuenta de ensayos hechos sobre la pre-





determinación de la caída de potencial en un alternador de la casa Santer Harlé A. C<sup>te.</sup>, resultando perfectamente en concordancia los números de la práctica, con los previamente obtenidos aplicando la teoría de las dos reacciones de M. Blondel.

#### CONMUTATRICES

M. Paul Janet hizo mención ligera de los aparatos destinados á convertir la corriente alternativa en continua, sin deducir consecuencia alguna, citando: 1.º, los aparatos electrolíticos fundados en la propiedad de los electrodos de aluminio, de dejar pasar la corriente cuando son catodo, é interceptarla cuando son anodo; 2.º, los aparatos conmutadores; 3.º, las conmutatrices ó convertidores compuestos de un motor de corrientes alternativas y una dinamo de corriente continua; ó bien la misma combinación con los sistemas inductores reunidos en uno solo, ó, en fin, reunidos los inductores é inducidos, recibiendo éstos corriente alternativa por medio de anillos y devolviendo corriente continua por medio de un conmutador ó colector; 4.º, los transformadores convertidores, que es la misma solución última con la variante que, si en aquélla la transformación de la corriente alternativa en corriente de muchas fases se verifica en el arrollamiento del inducido, en este sistema tiene lugar en un transformador de fases, poniendo en comunicación la corriente multifásica resultante con el colector, que se conserva, por intermedio de anillos y escobillas.

El mismo M. Janet comunicó cierto número de ensayos verificados para determinar la ondulación de la tensión é influencia de la excitación en una conmutatriz Alioth de 15 kilovatios.

#### CONDENSADORES

Su empleo se generaliza cada día más en la práctica de las corrientes alternativas. La propiedad de obrar en un circuito alternativo en sentido contrario á la auto-inducción los adapta maravillosamente para disminuir ó suprimir los efectos de aquélla, disminuyendo el ángulo de fase, aumentando el factor de potencia ( $\cos \varphi$ ) y reduciendo la corriente magnetizante (devatada) afectado como se sabe, del factor ( $\sin \varphi$ ). En una palabra econo-





mizando energía y simplificando la regulación de los aparatos.

A pesar de ello, se usan con verdadera timidez, pues su precio es elevado (80 á 150 frs. el kilovatio) en comparación con el de las grandes máquinas, originan á veces extraordinarias elevaciones de tensión y no se ha obtenido aún el tipo industrial.

M. Boucherot que ya se había ocupado de esta cuestión anteriormente (v. Ind. Electrique—2 Feb. 98), examina en una nota las aplicaciones de los condensadores en la industria.

El *condensador en serie*, empleado con tanto éxito para la excitación de los motores de corrientes alternativas simples (Brown, Boveri); el *condensador en derivación* para disminuir las corrientes magnetizantes ó devatadas; las aplicaciones del *condensador como transformador de fase*, convirtiendo una corriente monofásica en otra bifásica para alimentar un motor asincrónico de campo giratorio. Combinados con una bobina de auto-inducción puede obtenerse con ellos *circuitos de intensidad* constante; y en fin, condensadores montados en derivación con el inducido de un alternador sirven para la *excitación* de él y si se agrega uno en serie se obtiene el alternador compound.

M. Boucherot da muy pocos detalles sobre la construcción de ellos, citando el papel parafinado como el dieléctrico que se ha ensayado más.

Nosotros hemos experimentado, en efecto, con un condensador construido por la casa Ganz de 10.000 voltios amperios para 2.000 voltios, formado de papeles de estaño y parafinado é inmerso en baño de aceite, con excelentes resultados.

M. Boucherot citó también los motores sincrónicos, los condensadores electrolíticos y la cadena termo-eléctrica, cobre-hierro—cobre. Los primeros aparatos se sabe en efecto que pueden utilizarse como reguladores de fase, puesto que haciendo variar su excitación se consigue que la corriente se adelante, atrase ó coincida en fase con la tensión, constituyendo en el primer caso una capacidad; en el segundo, una resistencia con inducción, y en el tercero, sin ella; son, por tanto, muy útiles siempre que se puedan usar al mismo tiempo como motores. Los condensadores electrolíticos tienen el inconveniente de consumir mucha energía y en cuanto á la cadena termo-eléctrica los ensayos con ellos de M. Boucherot, comprobados por el cálculo, han tenido poco éxito.





M. Lombardi comunicó un resumen de sus experiencias sobre la construcción de condensadores de placas aisladoras de parafina pura y cerosina, citando un condensador de un microfaradio para 5.000 voltios en que el gasto de energía no pasa de 1 por 100, y su precio de 50 francos por kilovol-amperio, es decir, igual al de las grandes máquinas.

De las elevaciones extraordinarias de tensión se ocuparon también ligeramente los Sres. Leblanc y Boucherot, creyendo ambos que se disminuirían por el empleo de condensadores de gran potencia, que harían el papel de freno de las descargas transversales en los cables concéntricos.

A las personas á quienes interese esta cuestión recomendamos la lectura del artículo de Kapp (Ueber Kabeldurchschläge), publicado en el último número de la *Elektrische Zeitschrift* de 1899, y reproducido en francés posteriormente por *L'Industrie Electrique*. En él hallarán las medidas de seguridad que deben adoptarse y la justificación de la regla de Neufeld para los cables concéntricos de cerrar el circuito empezando por el conductor exterior y abrirlo terminando por él.

#### TRANSPORTES DE ALTA TENSIÓN

El Ingeniero M. Semenza comunicó los ensayos y medidas efectuadas en el transporte de fuerza Paderno d'Adda-Milán, en donde 13.000 caballos se transportan á 34 kilómetros con 13.500 voltios de tensión. Como resultado de aquéllos y de la explotación, puede decirse que constituye un ejemplo de la seguridad con que en la industria se emplean hoy las altas tensiones.

M. Semenza hizo observar que los tan temidos ruidos telefónicos llegaron á suprimirse con el buen aislamiento de la línea telefónica de la tierra.

El transporte á alta tensión, por medio de corrientes continuas en serie, fué expuesto por M. Thury, verdadero paladín de esta solución del problema del transporte de energía. Enumera M. Thury las ventajas del sistema para la producción de tensiones excesivamente elevadas, por la facilidad de acoplamiento en serie de los dinamos de corriente continua excitados del mismo modo, por la ausencia de los efectos de inducción en los





conductores y por la posibilidad de construir receptorices ó motores de corriente continua de gran potencia (300 caballos), con supresión de chispas en las escobillas gracias á la regulación por el desplazamiento de ellas, y funcionando bajo tensiones cuyo límite práctico es de 3.600 voltios.

No discutiremos ampliamente el valor de estas ventajas en comparación con el sistema de corrientes alternativas, por haberlo hecho ya personas más competentes en estas materias; consignaremos tan sólo que si es cierto que el límite práctico actual de voltaje de los alternadores es de 20.000 voltios, y su acoplamiento en serie no se ha conseguido prácticamente, en las instalaciones con corrientes alternas se dispone de un aparato sencillo y de gran rendimiento, el transformador, que les da una elasticidad en el valor de la tensión casi indefinida. El generador polifásico es de una construcción sencillísima. Las líneas recorridas por corrientes alternativas producen perturbaciones debidas á los efectos de inducción, pero carecen de las de electrolisis que son muy de temer en las de corriente continua. Y en la utilización, los motores de campo magnético giratorio se emplean con grandísimas ventajas. No conocemos instalación en gran escala de aquel sistema; sin embargo, en la del transporte de energía tomada del Ródano, parece que se empleará. En cambio, son muchas las que emplean corrientes alternativas con tensiones que llegan hasta 40.000 voltios, funcionando en perfectas condiciones.





## 2.º - Alumbrado eléctrico.

A consecuencia del estado de lucha en que hoy se encuentra el alumbrado eléctrico con el de gas por incandescencia, los electricistas y constructores se afanan por mejorar las condiciones de utilización del material, mediante el perfeccionamiento de las lámparas, abaratamiento de las transmisiones (distribuciones á 220 voltios), y modificaciones en las tarifas tales que produzcan el descenso de coste de aquél, al que desde este punto de vista lleva ventaja el alumbrado de gas por incandescencia.

### LÁMPARAS DE ARCO

Los perfeccionamientos de la lámpara de arco desde su invento, se han referido casi exclusivamente al mecanismo regulador de los carbones, y abaratamiento en el precio de adquisición. Los nuevos fotómetros, facilitando el estudio de estos aparatos en el laboratorio, y felices innovaciones hechas por varios constructores en la composición y aun en la colocación de los carbones, en nuestro concepto elementos esenciales de la lámpara de arco, les hacen entrar en una vía de progreso, y reconquistar juntamente con la lámpara de incandescencia el terreno que en la industria del alumbrado les hiciera perder la invención del mechero Auer.

### TEORÍA DEL ARCO

Una comunicación muy celebrada por el Congreso dió á conocer la señora Ayrton sobre la intensidad luminosa del arco de corriente continua, demostrando que la energía consumida es una función lineal para cada diámetro de carbones. Ha estudiado también el fenómeno del silbido característico producido por la llegada del oxígeno del aire en contacto con el cráter, y precedido de la rotación del arco (fenómeno Trotter).

La señora Ayrton deduce en su trabajo que el mejor rendimiento corresponde á una separación de los carbones igual á 1 mm., que constituye, por tanto, la separación crítica. De confirmarse estos resultados, los constructores habrán de resolver





el problema de la estabilidad del arco formado con esa separación.

En una Memoria sobre el progreso de las lámparas eléctricas, resume M. Blondel el estado actual de la teoría, construcción y fotometría de la lámpara de arco.

Respecto al arco de corriente continua, aparte los trabajos ya citados de Mme. Ayrton, ha establecido la ausencia de la fuerza contra-electro-motriz, la constancia en brillo y temperatura en un recinto cerrado y el aumento del primero (brillo) al aire libre con la intensidad de corriente, pasando de 150 bujías por mm.<sup>2</sup> de carbones para los arcos más pequeños, y de 220 para los proyectores. En el arco de corriente alternativa sabemos que la potencia gastada se representa por

$$E \times I \times \text{cifra},$$

no obstante la ausencia de todo desplazamiento de fase, puesto que los extremos de las curvas de  $F E M$  é intensidad coinciden. La cifra cuyo valor se creía dependiente sólo de la naturaleza de los carbones (de mecha ú homogéneo), dice M. Blondel, es influenciada por la forma de la curva de  $F E M$  de la máquina y composición del circuito (resistencia ó auto-inducción).

#### ESTABILIDAD

M. Blondel la estudia por medio de las curvas de extinción, ó sea de la tensión en función de la corriente empleada. En toda lámpara se puede distinguir la regulación que podemos llamar eléctrica y la mecánica dependiente de la primera, que debe ser suficiente por sí sola para asegurar la estabilidad. Da la preferencia al sistema diferencial, que dice consume 15 por 100 sólo de tensión, y fija como diferencias de potencial necesarios 31,50 voltios para los arcos de corrientes alternativas, y 37 para los de corriente continua, incluídas resistencias. La regulación mecánica se logra hoy por el empleo de delicados mecanismos provistos de amortiguadores ó frenos de aire.

#### CONSTRUCCIÓN

En la construcción, en la cual parece que se vuelve á los mo-





vimientos de relojería de escape, ha habido algunas innovaciones, debiéndose citar en primer lugar los compensadores de dilatación de los constructores alemanes Körting y Matthiesen, que han llegado á suprimir la perturbación que las variaciones de resistencia introducían en el régimen de la lámpara.

Para las lámparas de corrientes alternativas M. Claude ha propuesto el empleo de condensadores en serie, que anulen los efectos de la auto-inducción en las bobinas, pues toda vez que éstas no aprovechan más que la corriente magnetizante, requieren una corriente aparente muy grande. Sin embargo, en nuestro concepto no llegaría á anularse aquella por completo ya que la auto-inducción varía con la situación del núcleo de la bobina y la capacidad compensadora es constante.

#### DIVERSAS LÁMPARAS

Siendo la tensión generalmente escogida para las redes de distribución de luz de 110 voltios, y exigiendo la lámpara ordinaria de corriente continua un suplemento de resistencia para su buen funcionamiento, resulta imposible agrupar más de dos en serie, y como cada lámpara consume 37 voltios, la pérdida en tensión es de 50 por 100, sin que en luz se gane lo más mínimo. Esta circunstancia desfavorable para el alumbrado por luz de arco, ha hecho que se trate de suprimir ó aminorar tal pérdida, y actualmente puede decirse que existen tres procedimientos para conseguirlo: 1.º El empleo de lámparas de bajo voltaje; 2.º Lámparas de medio voltaje; 3.º De gran voltaje, que absorben la mayor parte de la tensión disponible.

#### LÁMPARAS DE BAJO VOLTAJE

Las primeras pueden agruparse en serie de á tres, quedando sólo unos cinco voltios para resistencia y regulación. El tipo de ellas es la lámpara volta (sistema Hegner), que se creyó realizaba una gran economía. No cita Blondel el estudio y comparación con otra del antiguo sistema que de dicha lámpara hizo el Prof. Wedding (*E. T. Z.* 1899-66), según el cual, no es tan ventajoso su empleo como á primera vista pudiera parecer. Sin embargo, hay que reconocer que contribuyen á la resolución del problema de la división de la luz.





## LÁMPARA BREMER

La segunda solución puede decirse que es muy reciente, y se ha llegado á ella por medios indirectos. Me refiero á la lámpara sistema Bremer, objeto también de los estudios Wedding (*E I Z* 1900-546), y sobre la cual apenas habla Blondel, sin duda por no haber entrado todavía en la práctica.

Dos innovaciones la caracterizan: la primera consiste en colocar los carbones de tal modo que proyectan el arco hacia la parte inferior; la segunda, en el empleo de carbones con adición de un 20 á 50 por 100 de una sal metálica no conductora, por ejemplo, calcio, silicio ó magnesio. Con la primera se logra una homogeneidad grande en la repartición de la luz y el aprovechamiento de las radiaciones de ambos extremos incandescentes; la adición de calcio, si bien aumenta la resistencia, y, por tanto, tensión necesaria (45 voltios para un arco de 12 amperios), hace la luz más rica en radiaciones amarillas y rojas, y su tono más cálido y agradable que la antigua luz en donde preponderan las radiaciones azules. Su favorable rendimiento (0,196 vatios por bujía hemisférica Hefner), y sencillez de mecanismo completan aquellas ventajas, y dan todas ellas á esta lámpara una superioridad notable sobre las existentes.

## LÁMPARA DE ARCO ENCERRADO

La tercera solución, es decir, la de arcos de alto voltaje, la suministran los arcos que funcionan con 75 á 80 voltios, y una longitud de unos 8 mm. en recintos imperfectamente cerrados. Estas lámparas, cuyo tipo es la Jandus, que gozan de ventajas conocidas, tienen sin embargo los inconvenientes, de escasez en rendimiento y estabilidad, y proporcionar luz más azulada aún que el arco antiguo. Sólo en los Estados Unidos se han generalizado mucho.

## CARBONES

Los perfeccionamientos de las lámparas han sido acompañados por modificaciones en la fabricación de los carbones y disminución de su precio. Al carbón homogéneo positivo se susti-





tuye hoy el carbón de mecha ó con alma salina, que aumentando la conductibilidad y estabilidad, disminuye la tensión necesaria para su funcionamiento. En los arcos de corrientes alternativas se emplean dos carbones iguales; pero de las experiencias de M. Blondel parece resultar un rendimiento mayor empleando un carbón homogéneo en la parte inferior, circunstancia que sólo nos podemos explicar suponiendo que la deformación del carbón superior aumente las radiaciones emitidas. M. Blondel asigna á los carbones actuales un precio de 0,20 francos por metro (12 mm.), y una resistencia específica próxima á 0,01 ohm-cm.

#### GLOBOS Y REFLECTORES

Los reflectores son hoy de un uso general en las lámparas de corriente alternativa y continua, en las primeras con mayor razón. La aplicación más feliz que ha tenido en los últimos tiempos ha sido para alumbrar indirectamente colocándolo en la parte inferior, y disponiendo el techo de la sala de modo que constituya una superficie reflejante. Este sistema ha sido propagado y perfeccionado principalmente por la Compañía Schuckert.

El globo en las lámparas de arco tiene por objeto no sólo protegerlo contra los cuerpos extraños, sino también evitar que se vea el foco luminoso, y lograr una repartición más uniforme de la intensidad. Los globos de cristal holófono inventados por el mismo M. Blondel en 1893, en los cuales la luz experimenta una doble refracción, constituyen hoy la última palabra en esta materia.

#### FOTOMETRÍA Y RENDIMIENTO DE LA LÁMPARA DE ARCO

De fotometría ya hemos tratado al reseñar los trabajos de la primera sección.

El rendimiento luminoso es función de varios elementos, de tal modo que las fórmulas son de aplicación restringida á los casos con condiciones idénticas á aquellos en que fueron deducidas.

Para los arcos ordinarios de corrientes continuas y alternativas con carbones de mecha, ha deducido M. Blondel:





$I=1.75 W$  para corrientes continuas.

$I=0.9 W$  para idem alternativas.

Siendo  $I$  la intensidad media esférica en Hefner y  $W$  la potencia eléctrica en vatios (comprendidas entre 300 y 1.500 vatios).

Para los carbones de mecha muy mineralizada y por tanto conductora, como los que se emplean en las lámparas de bajo voltaje, el rendimiento luminoso parece que disminuye y para las de arco encerrado se reduce á los  $\frac{2}{3}$  del de una lámpara ordinaria. M. Wedding ha obtenido un rendimiento inferior para la última.

#### LÁMPARAS DE INCANDESCENCIA

Continúa M. Blondel en su Memoria con el examen de los progresos realizados en las lámparas de incandescencia. Desde la aparición del alumbrado eléctrico, primera aplicación de la electricidad á la industria y con él la lámpara Edison, puede decirse que este aparato ha sido objeto de la atención de sabios y constructores, quienes por sucesivas mejoras, han logrado el tipo actual en que el precio no excede mucho de 0,50 de franco por unidad y su rendimiento de 3 á 4 vatios por bujía. Pero si estos perfeccionamientos han sido grandes, no han logrado llenar las exigencias de los explotadores de la industria del alumbrado eléctrico, quienes en su desigual lucha económica con la similar de gas se han sostenido, gracias á las profundas simpatías que desde su aparición despertara aquel sistema, á sus facilidades de instalación y condiciones de comodidad y seguridad, y á la cuantía de los capitales comprometidos.

Afortunadamente la misma materia que proporcionara á la segunda su más poderosa arma de competencia, los óxidos de tierras raras, en manos del mismo inventor Auer von Welsbach, parecen dibujar una solución; la lámpara Nernst, que la «Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft» ha perfeccionado y exhibido en la actual Exposición, por otra parte ha salido, de confirmarse los anuncios que de ella se hacen, del laboratorio para entrar en la industria, realizando un paso gigantesco en pro del alumbrado eléctrico.





## TEORÍA DE LA LÁMPARA DE INCANDESCENCIA

Es lamentable que M. Blondel apenas haga mención de los trabajos del profesor H. F. Weber, cuya admirable teoría de la incandescencia es, en nuestra modesta opinión, el progreso más notable que en el estudio científico de la misma se ha llevado á cabo en los últimos años. Basándose en consideraciones físico-matemáticas, ha llegado aquél á establecer las ecuaciones que dan las cantidades de radiaciones luminosas  $r$  y radiaciones totales  $R$  emitidas por un filamento

$$r = \frac{c}{\lambda^2} F e^{\alpha T} - \frac{1}{b^2 T^2 \lambda^2}$$

$$R = C F T e^{\alpha T}$$

en las cuales

$c$  = Constante dependiente de la naturaleza de la sustancia.

$\lambda$  = Longitud de onda media; ó sea  $0,54 \mu$  puesto que las longitudes de ondas correspondientes á los límites del espectro visible (rojo y violado) son  $0,38$  y  $0,70 \mu$ .

$F$  = Superficie del filamento.

$\alpha$  = Constante para el caso del carbono =  $0.0043$ .

$T$  = Temperatura del filamento.

$b = \frac{1}{\lambda_m T}$  siendo  $\lambda_m$  = Longitud de onda que da el máximo de radiación para la temperatura  $T$ ; para el carbono se puede hacer  $b = 0,438 \times 10^{-3}$

$$C = c b \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

Puesto que la radiación total es igual á la energía gastada.

$$R = \frac{\Delta p \times i}{4.19} \text{ vatios} = C F T e^{\alpha T}$$

y esto nos suministra el medio de hallar  $T$ , ya que todas las demás magnitudes son conocidas. Así se ha encontrado que

$$1570^\circ$$

puede considerarse como temperatura constante de la lámpara de incandescencia con filamento de carbono.





La segunda ecuación indica que la temperatura depende de la energía gastada; si aumenta ésta, crece  $T$  y según la primera ecuación también  $r$ , ó sea cantidad de luz.

Si formamos el cociente

$$\frac{dr}{r} = \frac{\Delta T}{T} \left( a T + \frac{2}{b^2 T^2 l^2} \right)$$

y sustituimos valores se llega para  $T = 1500^\circ$  y  $\Delta T = 1^\circ$

$$\frac{dr}{r} = \frac{1}{1500} \times 224 = \frac{1}{100}$$

es decir, que un aumento en la temperatura de  $1^\circ$  ocasiona 1,5 por 100 en la cantidad de luz.

La economía de una lámpara viene definida por el cociente.

$$\frac{\Delta p \times i}{r} = \frac{R \times 4.19}{r} = \frac{l \times 4.19 \sqrt{\pi}}{2} b T l c \frac{1}{b^2 T^2 l^2}$$

á medida que  $T \gg$  este cociente será menor.

Comprobada la ecuación

$$r = K E^3 \quad (E = \text{energía})$$

que el prof. Voit había encontrado experimentalmente se halla que la constante  $K$  es dependiente de la naturaleza, de la temperatura y de la superficie del filamento. Luego puede suponerse sensiblemente constante para una lámpara de régimen determinado. De ella se deduce

$$r = K (\Delta p \times i)^3 = K \frac{\Delta P^3}{W^3}$$

esto es, una variación de 1 por 100 en la tensión, ocasiona 6 por 100 en la cantidad de luz.

La ecuación que define la economía tiene mucha importancia, pues nos dice que la lámpara será más económica á medida que  $b$  y  $T$  crezcan, y como  $b$  crece también con  $T$ , para mejorar el régimen económico de la lámpara hace falta aumentar la temperatura.

En resumen: teóricamente se puede lograr una gran economía con los filamentos de carbono aumentando la temperatura,

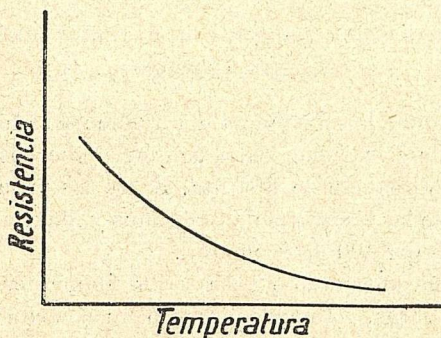




prácticamente sin embargo es imposible, toda vez que el filamento se volatiliza á veces antes de llegar á  $1.600^{\circ}$  y únicamente los filamentos gruesos, y sobre todo los de las lámparas sol (Sunlight), son los que resisten mayores temperaturas y dan mayor economía.

De emplear otra sustancia, ó ha de tener una curva de energía más favorable, es decir, más elevada para las radiaciones luminosas, ó ha de resistir temperatura más alta. Estas consideraciones son precisamente las que han llevado al prof. Nernst á escoger el óxido de magnesia como materia incandescente.

M. Janet, según cita M. Blondel en su Memoria, ha medido temperaturas que variaban de  $1.610$  á  $1.720^{\circ}$  algo diferentes de las anteriores. En cuanto á la resistencia, parece también que si bien la curva tiene la forma



para el alma del filamento, el carbono depositado en su superficie aumenta de resistencia.

#### FABRICACIÓN Y TIPOS NUEVOS

Los progresos en la fabricación de lámparas incandescentes son conocidísimos, y nada nuevo indica Mr. Blondel. Las novedades que pueden mencionarse son, entre las lámparas de filamento de carbono, las de alta y baja tensión y las de filamentos de materias distintas del carbono.

#### LÁMPARAS DE BAJA TENSIÓN

Estas lámparas, inventadas por MM. Weissmann y Blon-





del, tienen un filamento grueso con un revestimiento de grafito. La tensión necesaria es de 15 á 22 voltios y el consumo específico de 2,5 vatios. La luz es más blanca; pero han de usarse con un pequeño transformador que rebaje la tensión usual.

#### LÁMPARAS DE ALTA TENSIÓN

Las modernas distribuciones de 220 voltios han dado origen á estas lámparas con doble filamento que las usuales ó con filamento sumamente fino. Pero como ha tenido que ser más sólido por razón de su longitud, resulta que la temperatura, y con ella el rendimiento, no pueden elevarse mucho.

Su consumo específico empieza por 4 vatios y crece muy de prisa con el tiempo.

#### LÁMPARAS CON FILAMENTOS DE MATERIAS DISTINTAS QUE EL CARBONO

Para aumentar la resistencia del filamento se han ensayado algunos, donde el carbono entra con otros cuerpos ó en que la materia es completamente distinta. Entre los primeros se pueden citar los de las lámparas de Langhaus y Maxim, que se dice realizan un 25 por 100 de economía.

Mr. Auer ha ensayado ó ensaya los filamentos de osmio y los de tierras raras, habiendo logrado un consumo de 2 á 1,5 vatios por bujía.

#### LÁMPARAS NERNST

Muy poco dice Mr. Blondel de esta lámpara, objeto de la curiosidad general. Como el examen de la curva de energía del carbono demuestra que sólo un 3 por 100 se convierte en radiaciones luminosas, ensayó el profesor Nernst otro cuerpo, el óxido de magnesia, según dijimos al tratar de la teoría de la lámpara de incandescencia. Este cuerpo, que sólo es conductor á elevada temperatura, por lo que el inventor de la lámpara le llama conductor de la segunda especie, fué ensayado en forma de un cilindrito empleando corriente alternativa y poniéndolo previamente al rojo. Se empleó corriente alternativa, porque dichos conductores de segunda especie tienen la propiedad de ser des-





compuestos por electrolisis; posteriormente se vió, sin embargo, que aquel fenómeno no se verificaba tampoco al aire libre con corriente continua, interpretándose este resultado como consecuencia de la presencia del oxígeno del aire, que hacía el papel de depolarizante.

La dificultad de tener que calentar el cilindrito de magnesia ha sido eliminada por el empleo de un solenoide de hilo de platino fino, cuyas radiaciones caloríferas eran concentradas sobre aquél por un reflector cilindro-parabólico.

En cuanto pasaba una corriente de consideración, para lo cual bastan de 10 á 40 segundos, el núcleo de una bobina en serie con el cilindrito, retira la parte accesorio. La intensidad mínima con que se construye es de 25 bujías Hefner (22 decimales) para tensiones de 110 á 220 voltios. Su consumo se dice que no pasa de 1.75 vatios por bujía para las lámparas más pequeñas.

Esto es, en resumen, lo que se sabe de esta lámpara, sobre la que tan buenos augurios se hacen. Las que en un pabellón especial expuso en el Palacio de la Electricidad del Campo de Marte la «Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft», poseedora de la patente, son de bella apariencia y luz muy blanca y fija. Un aparato especial, compuesto de dos motores eléctricos sensibles conectados con una lámpara Nernst y otra ordinaria, indica por la diferente velocidad de aquéllos, la disminución de la corriente consumida. Según los anuncios de esta Compañía, las lámparas se pondrán á la venta tan pronto como la nueva sección dedicada á fabricarlas pueda hacerlo en la cantidad y con las condiciones de homogeneidad suficientes.

#### DISTRIBUCIONES Á 220 VOLTIOS

Desde el momento en que se han podido fabricar lámparas incandescentes de 220 voltios, se pensó en elevar la tensión de las distribuciones de alumbrado eléctrico. Las ventajas de esta disposición son: economía en cobre, mayor radio de distribución y aplicación á la tracción eléctrica. Pero la experiencia ha demostrado después, que aquellas lámparas de alta tensión son de un rendimiento y duración pequeños, que el empleo simultáneo de aparatos para luz y tracción no deja de tener sus inconvenientes.





nientes, y en fin que en aquellas redes, las lámparas de arco se han de emplear en número de 4, 5 ó 6 en serie, cayendo en des- crédito á pesar de las grandes ventajas que para las instalaciones actuales tiene el aumentar su capacidad sin gastos de primer establecimiento. Unicamente en Inglaterra es donde más se han ensayado.

#### TARIFICACIÓN

Se discutió algo sobre ella á propósito de una «Proposición de un nuevo método de tarificación de corriente eléctrica», presentada por M. Todor. Por este método el consumidor paga una suma fija á la que se agrega una parte proporcional al consumo, haciéndose uso de contadores de dos tarifas, y se varía la segunda con la estación.

La primera condición que debe tener una tarifa es muy fácil de formular teóricamente: debe ser tal que el consumidor pague una cantidad equivalente al gasto que ocasiona á la Central, más un tanto por ciento de beneficio. Pero comercialmente ha de reunir otras condiciones: debe ser sencilla, de tal modo, que inspire confianza al cliente; favorecerá el aumento progresivo del consumo; el consumidor grande obtendrá beneficio relativamente al pequeño, porque si teóricamente son lo mismo 10 consumidores pequeños que uno grande con consumo 10 veces superior al de uno, en la práctica intervienen una porción de consideraciones que no nos detenemos á enumerar, y que justifican la mayor importancia de aquél. De estas consideraciones algunas son contradictorias, y el querer tener en cuenta todas en la práctica, ha dado origen á la concepción de tarifas diferenciales, en general complicadas, enojosas para Compañías y particulares en su aplicación, y exigiendo á veces aparatos indicadores suplementarios.

La mayoría de las que se han ideado en los últimos años han tenido poca aceptación por las razones apuntadas, subsistiendo los antiguos sistemas, reducidos á señalar un precio á la unidad de energía, con una escala de rebajas que varían según la cantidad en dinero gastada, según el número de horas que se haya tenido alumbrado, ó en fin, según el producto de uno por otro (Colonia). Sin embargo hay que reconocer que Wright con su





tarifa, ha llegado á algunos resultados muy prácticos, llamando la atención sobre la importancia que tiene el que se tenga en cuenta el máximo de consumo que alcanza el abonado. En este sistema el abonado recibe el contador de energía y un aparato que señala el máximo de hectovatios consumidos para una tensión constante, lo cual si tiene el inconveniente de que aumenta la cantidad que ha de pagar el abonado por alquiler de aparatos, tiene la ventaja para las grandes instalaciones de poder conocer bien la clase de abonado.

Con objeto de atraer á los pequeños consumidores, se han empezado á usar también hace muy poco tiempo los contadores automáticos que por la introducción de una moneda dan una cierta cantidad de luz, y que tanto éxito han tenido en algunas instalaciones de alumbrado por gas.

Las diferentes tarifas presentadas al Congreso, se derivan todas de la Wright, con modificaciones más ó menos afortunadas. M. Lutoslawski citó la que está en vigor en Varsovia, por la que el abonado declara un número de kilovatios máximo, concediéndosele rebajas proporcionales al cociente de la división de lo señalado por el contador por lo declarado.

Dijo aquel señor que para evitar que el abonado llegara á un máximo de gasto superior al declarado, se empleaban cortacircuitos. Pero desgraciadamente estos aparatos son muy inseguros en su funcionamiento y no evitan aquel inconveniente, harto frecuente por otra parte, de que el abonado no declare la verdad.





### 3.º—Tranvías de contactos superficiales.

#### RESISTENCIA DE LOS COCHES AUTO-MOTORES A LA TRACCIÓN

Aunque esta cuestión fué tratada en otro lugar, la incluimos en este para seguir mejor orden. La importancia que ha adquirido la tracción eléctrica justificaba el que esta sub-Sección se hubiera dedicado por completo á ella, ampliando el número de sesiones celebradas.

M. Ernest Gerad, Ingeniero Jefe de los ferrocarriles belgas, expuso el resultado de los ensayos hechos por la administración de aquellos ferrocarriles para determinar la resistencia de los coches auto-motores á la tracción, midiendo la potencia consumida y empleando motores en los que se conocía la curva de rendimiento. La fórmula á que ha llegado, es:

$$f = 1.80 + 0.04 V + \frac{0.0415}{T} V^2 \pm m$$

$V$  = Velocidad en  $Km.s$  por hora.

$T$  = Peso en toneladas.

$m$  = Inclinación en  $m/m$  por metro.

El último término, que contiene el cuadrado de la velocidad, se refiere á la resistencia del aire, y como hizo notar M. Renard, concuerda con los resultados anteriores, puesto que la resistencia al aire de un plano de  $1 m^2$ , si se expresa  $V$  en metros, es

$$R^1 = 0.085 V^2$$

en la fórmula primitiva era

$$f. T = R = 0.54 V^2 \quad (V \text{ en metros por } 1'')$$

luego la superficie expuesta al viento sería

$$\frac{R}{R^1} = 6.3 m^2$$

que es sencillamente la sección transversal de un coche.

De las experiencias anteriores se deduce que la forma del *avan-tren* tiene mucha influencia en la resistencia que opone el aire y que ésta es muy sensible aun para velocidades de 30 kilómetros.





ATOADO ELÉCTRICO POR MEDIO DE REMOLCADORES  
Y AUTOMÓVILES

M. Leon Girard describió la instalación que entre Bruselas y Charleroi sirve para remolcar barcos.

La instalación es de corrientes trifásicas y se utiliza también con éxito para distribución de alumbrado y fuerza. Su interés estriba principalmente en el empleo de las corrientes trifásicas para tracción y en las pocas instalaciones que de su género existen. No poseemos, sin embargo, bastantes datos para estudiarla más detalladamente.

## TRANVÍAS DE CONTACTOS SUPERFICIALES

En dos sesiones expusieron los Sres. Dolter, Vedovelli, Diatto y Bede sus sistemas de tracción por contactos superficiales, de los que el primero y tercero son magnéticos, el segundo electromagnético, y el de M. Bede es una variación del sistema Siemens de toma de corriente subterránea. Los sistemas Dolter, Diatto y Bede se ensayan respectivamente en París (Porte Maillot), Tours y Bruselas.

No nos detenemos á describirlos, conocidos como son ya por las noticias que de ellos han dado las revistas técnicas, y porque la práctica es la que ha de decidir de su eficacia.

Además de los citados existen otros muchos sistemas, tales son los de Lineff, Wynue, Claret, Vuillemier, Johnson-Lundell, Thompson, Schukert, General-electric Company, etc., etc. Cada inventor preconiza las excelencias y resolución del problema de la toma de corriente sin trole, por medio de su disposición.

Las experiencias hechas en las líneas de ensayo, han dado á conocer algunas de sus deficiencias.

M. Vedovelli aconseja el empleo de hilos con caucho y no con plomo para las derivaciones de los cables de alimentación, é insiste sobre la necesidad de nivelar cuidadosamente los contactos (plots) sobre todo en las curvas, á fin de evitar circuitos cortos, muy de temer en estos sistemas durante el tiempo en que el contacto es activo, puesto que el aislamiento de la superficie de rozamiento con la tierra, se halla comprometido por efecto de la circulación de vehículos y caballerías.





El mismo M. Vedovelli cree que no se podría pasar de una velocidad de 50 kilómetros con estos sistemas, y preconiza el de distribución por frotador sobre una fila de carriles interrumpidos, que sólo tendrían corriente al pasar el tren, y podría funcionar con tensiones elevadas.

El temor de que alguno de los contactos permanezca activo ha sido confirmado desgraciadamente por la experiencia, lo mismo en París con el sistema Vuillemier (París-Romainville), que en Munich con el Sdmeckert, matando á varios caballos. Esto unido al mayor coste de estos sistemas relativamente al de contacto aéreo, ha contribuído á que no desaparezca la desconfianza con que fueron acogidos en un principio, y en las grandes capitales se ha preferido á veces para aquellos trayectos en que el uso del trole, por su mal aspecto, ha sido proscrito, el de acumuladores, según acontece en la línea Berlin-Charlottenburgo.





## TERCERA SECCIÓN

**Electroquímica.**

Habiendo tenido lugar los Congresos de Medicina y Química con anterioridad á este de Electricidad, en ellos se presentaron muchos de los trabajos referentes á esta Sección, que á causa de ello se ha visto muy poco concurrida. Del extracto de las sesiones celebradas se deduce que tres comunicaciones deben mencionarse: una de M. Keller, sobre los hornos eléctricos; otra de M. Hollard, sobre el análisis electrolítico, y una tercera, de M. Zenger, sobre utilización del agua del mar en la producción de energía eléctrica.

## HORNOS ELÉCTRICOS

El empleo ó transformación de la corriente eléctrica, como manantial de calor en la industria, data de su aplicación á la fusión de metales (horno Siemens), á la reducción de óxidos metálicos (hornos Cowles), y posteriormente á la obtención del carburo de calcio por medio del horno eléctrico de Moissan. Aunque hacía tiempo se sabía que á altas temperaturas se lograba la unión del carbono con la mayor parte de los metales, entre ellos calcio, no se había alcanzado por los procedimientos tomados de los empleados en la reducción del aluminio, un producto rico en acetileno. Moissan y Bullier resolvieron el problema por la fusión de la mezcla de calcio y carbón, merced á la alta temperatura del arco eléctrico. La demanda creciente de aquel producto, ha ido desarrollando la industria de su producción y provocado considerables perfeccionamientos en los hornos industriales, cuyo rendimiento calorífico llega hoy, según M. Keller, á 75 por 100 en los hornos Gin y Leleux, ó sean 6.200 kg. de carburo de calcio por kw. en veinticuatro horas.

La importancia de la industria es tal, que hoy se utilizan en ella 185.000 caballos, habiendo fábrica como la de la Unión Carbide Co de Sault St. Marie (Michian), que consume 20.000 caballos.





M. Keller divide los hornos eléctricos en

- 1.º Hornos de arco.
- 2.º Idem de resistencia.
- 3.º Idem de resistencia superficial é incandescencia.

Los hornos de arco cuyo tipo es el de Moissan, pueden ser de un solo arco y dos electrodos móviles, de modo que la materia se va poniendo sucesivamente en cada punto en contacto con el arco, por el movimiento del arco ó el de la masa.

De un sólo arco y un electrodo móvil en que el arco salta entre el carbón superior (ascendente) y la materia fundida cuyo espesor aumenta sobre el suelo conductor. Otra clase es la de hornos de varios arcos en que la acción calorífera se ejerce en varios puntos de la masa. Estos hornos de arcos tienen varios inconvenientes, como son: desigualdad en el régimen, desaparecer las materias finas por la acción soplante que ejerce el arco y la atmósfera se hace irrespirable; por último, sabido es que aunque no es cierto que la fase de la corriente varíe como dice M. Keller, el efecto sobre la caída de tensión es igual, cuando se alimenta un arco.

#### HORNOS DE RESISTENCIA

La corriente pasa en estos hornos á través de la materia pulverizada y la funde por el efecto Joule. Desaparecen los defectos anteriores, pero siendo la tensión menor (25 voltios), las corrientes y por tanto los diámetros de los conductores han de ser mayores. La mayoría de los hornos actuales son de este tipo.

#### HORNOS DE RESISTENCIA SUPERFICIAL É INCANDESCENCIA

Los electrodos son horizontales. Al principio se reúnen por trozos de carbón, y entonces la corriente pasa y los pone incandescentes; posteriormente la corriente atraviesa y funde la materia colocada sobre aquel lecho de fusión. Tiene la ventaja de que no se pierde energía como en el anterior método, por tener que atravesar la corriente la materia ya tratada.

#### CORRIENTE EMPLEADA

Se prefiere hoy la alternativa que evita los efectos electrolí-





ticos, pudiendo emplearse como es natural, en forma monofásica ó polifásica.

Las intensidades varían según la clase de horno empleado, alcanzándose hasta 10.000 amperios; sin embargo, el término medio es de 5.000 amperios. Las tensiones medias son de 60 voltios para los hornos de arco, 25 para los de resistencia superficial é incandescencia, con cuyo procedimiento pueden realizarse hornos que consuman una potencia de 1.000 kilovatios. No es conveniente el empleo de grandes hornos por el peligro de que la extinción del arco é interrupción de la corriente suprima de pronto tan gran potencia, y es preferible que cada máquina alimente varios hornos acoplados paralelamente. En el caso de alimentar cada alternador un foco, recomienda M. Keller se coloque á una distancia de 2 metros separados por un muro, á fin de que el factor de potencia disminuya lo menos posible.

#### ELECTRODOS

En la fabricación del carburo de calcio tiene gran importancia el gasto de electrodos, que llega á ser de 50 francos por tonelada en los procedimientos antiguos y 25 en los más perfeccionados. Generalmente están constituidos por la reunión de carbones de gran conductibilidad, enfriados para evitar su combustión por corrientes de agua y recientemente por medio de aire.

#### ANÁLISIS ELECTROLÍTICO

M. Hollard hizo consideraciones sobre los principios del análisis electrolítico. Se funda éste en la posibilidad de efectuar la separación de metales, valiéndose de sus distintas tensiones de polarización; pero como estas varían también con la concentración del baño y ésta no es constante por efecto del depósito de los metales, sólo podría aplicarse en aquellos casos en que las tensiones de polarización no se anulen por efecto de aquellas variaciones. Una aplicación de este método es el procedimiento del mismo M. Hollard para el análisis del cobre industrial.





UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS DEL MAR EN LA PRODUCCIÓN  
DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Terminamos lo relativo á esta sección electroquímica dando cuenta de una pila de que habló M. Zenger con el objeto indicado al margen. Un electrodo de esta pila lo forma un tubo de carbón poroso lleno de bromo cerrado herméticamente para evitar el desprendimiento de vapores, y el otro un tubo de hierro con agujeros relleno de trozos de hierro. Ambos electrodos se sumergen en una disolución de cloruros y bromuros alcalinos, residuos de la fabricación de sal marina. Dice M. Zenger que ha dado buenos resultados en telegrafía, pero no citó números que confirmaran su aserto y sólo ensayos y estudios más precisos podrían dar idea del valor industrial de esta pila.





## CUARTA SECCIÓN

## Telegrafia y telefonía.

Como la telegrafía sin hilos es la que ha despertado más interés y ha sido objeto de animadas discusiones en esta Sección del Congreso, á ella dedico más espacio en el ligero resumen de sus trabajos; no por eso, sin embargo, dejan de merecer atención otras comunicaciones que no se refieran á aquella, debiendo citarse una de M. André, resumiendo las disposiciones actuales de las redes telefónicas de gran capacidad; otra de M. Kennelly en nombre MM. Squier y Crehore sobre un transmisor telegráfico práctico, empleando ondas sinusoidales para accionar los receptores Wheatstone, y una tercera de M. Pinter, sobre la telegrafía rápida, sistema Pollak y Virag, que, establecido entre Berlín y Budapesth, llega á transmitir, según nuestros datos, despachos de 220 palabras en 9 segundos, lo que corresponde en la práctica á una transmisión de 88.000 palabras por hora.

## TELEGRAFÍA SIN HILOS

La telegrafía sin hilos que hasta ahora nos ha ofrecido resultados prácticos es la que transmite señales por intermedio de ondas electromagnéticas de Hertz. Los otros sistemas fundados en la inducción electromagnética y con los cuales lo mismo que con el primero se han hecho en Inglaterra numerosas experiencias, sólo han podido aplicarse á distancias muy pequeñas (3,6 4 millas).

Al italiano Marconi corresponde la gloria del éxito de aquel género de transmisión. Sus experiencias empezadas en 1895 y los perfeccionamientos que sucesivamente ha llevado á cabo en los aparatos, ayudado por la Wireless Telegraph Co, poseedora de sus patentes, le han permitido cambiar señales á la distancia de 150 kilómetros entre las estaciones de Wimereux y Chelmsford.





## RESULTADOS OBTENIDOS

Además de este resultado, M. Marconi ha comunicado este año con 45 metros de antena á una distancia de 136 kilómetros entre dos estaciones separadas por el mar, en que la línea recta que las uniera pasaría á 300 metros de profundidad.

En tierra, si las distancias alcanzadas no son grandes, no han dejado de obtenerse, sin embargo, resultados notables. El mismo M. Marconi ha establecido comunicación á 54 kilómetros y M. Lecarme hizo señales en globo á una distancia de 8 kilómetros y 800 metros de altura, experiencia muy interesante por los datos que aporta á la teoría.

## DISPOSICIÓN GENERAL

Recordando la disposición de Marconi, una estación de su sistema se compone: 1.º De un aparato productor de ondas, que suele ser una bobina Ruhmkorff; su circuito secundario se cierra por intermedio de las chispas que saltan entre dos esferas metálicas, una de las cuales está unida á tierra y la otra á una antena destinada á emitir las ondas que engendran las chispas, aislada de la tierra para transmitir despachos. 2.º Del aparato receptor, compuesto de un transformador, cuyo circuito primario está unido por un extremo á la antena de antes y por el otro á tierra; el secundario está en serie con el órgano esencial de la recepción ó cohesor. La onda que atraviesa á éste modifica su resistencia, pasa entonces la corriente de una pila de muy pequeña fuerza electro-motriz en serie con dicho cohesor y con un relé, y este cierra un segundo circuito más potente del que una derivación acciona un martillito que descohiere ó vuelve al estado neutro por un choque al cohesor, la otra derivación va al aparato telegráfico que inscribe la señal. 3.º De una palanca acodada que dispone al sistema para la recepción ó por su movimiento hace entrar en acción convenientemente el generador de chispas.

Refiriéndonos á las ideas emitidas por los Sres. Blochmanu, Popoff, Tissot, Ferrie y Mr. Blondel, que, en unión con el último, presentó una notable Memoria al Congreso, empezaremos examinando la





## TEORÍA DE LA TELEGRAFÍA SIN HILOS

Ninguna de las teorías propuestas explica los fenómenos observados ni las leyes deducidas de la experiencia, que por otra parte, son bastante vagas.

Marconi dedujo que para la buena transmisión

1.º Las antenas habían de ser iguales y paralelas.

2.º Su distancia y altura estaban ligadas por la ecuación

$$A = \alpha \sqrt{D},$$

en donde  $\alpha$  varía con los medios y aparatos empleados.

Si se recuerda que el coeficiente de inducción mutua de dos conductores tiene por valor

$$\iint \frac{\cos \varepsilon}{r} dl dl'$$

en que  $r$  = distancia  $\varepsilon$  = ángulo, parece que aquellas leyes no dejan de estar de acuerdo con este valor, puesto que la primera indica que  $\varepsilon = 0$ ; luego  $\cos \varepsilon$ , un max y el valor, se reduce llamando  $h$  y  $h'$  las antenas á

$$\frac{h h'}{r}$$

ó siendo las antenas iguales

$$\frac{h^2}{r}$$

y si el coeficiente  $\alpha$  fuera constante, este último valor correspondería á la segunda ley.

Pero Mr. Blondel ha deducido de sus ensayos que las leyes de Marconi no son exactas; basta, para obtener el máximo de efecto útil, que  $h + h'$  sea constante, y además la expresión del coeficiente de inducción mutua ha sido deducida para caso muy distinto del que se trata. Aun suponiendo que la inducción electro-magnética juegue un papel importante, el secreto de la transmisión está por descubrir. De las experiencias, resulta:

1.º Que es indispensable el empleo de antenas, pues ni las disposiciones de Mr. Blondel ni otras varias imaginadas han dado resultado (1).

(1) Según parece, Marconi ha logrado últimamente comunicar, empleando antenas cilíndricas de poca altura.





2.º Que las distancias de transmisión se acrecientan comunicando con tierra una de las bolas del oscilador, sin que sea indispensable tal comunicación, según se desprende de los ensayos hechos en globo.

La primera consecuencia parece indicar que la onda, transmitida á lo largo de la antena, crea un campo alrededor de ésta, y el éter, perturbado en sus inmediaciones, lo transmite.

El Doctor Blochmann en una comunicación se declaró partidario de la hipótesis de que el medio de transmisión es la electricidad atmosférica, fundándose en que durante las tempestades se observaban perturbaciones considerables en esta telegrafía; pero á esto nos atrevemos á objetar que lo mismo sucede respecto á la telegrafía ordinaria, sin que por eso la electricidad de la atmósfera sea el medio de transmisión, no siendo tampoco argumento en favor de aquella hipótesis el hecho de que se hayan cambiado despachos entre estaciones en que era imposible la transmisión en línea recta, requiriendo, según el autor, tuviera lugar por las superficies equipotenciales concéntricas con la tierra, puesto que la antena emite líneas de fuerza eléctrica que no son rectas.

La segunda consecuencia, apoyada por el mayor éxito alcanzado en las experiencias hechas por el mar, revela como si por la tierra se verificara una transmisión, constituyendo un ciclo-atmósfera, antenas, tierra.

En resumen, por las ideas apuntadas, se ve que es muy compleja la cuestión, quedando ancho campo abierto á la sagacidad de físicos y experimentadores.

#### COHESOR

Es el órgano esencial del aparato receptor creado por M. Bramly.

Según la explicación de M. Lodge, la presencia de la onda determina soldaduras entre los cuerpos en contacto imperfecto, y origina el rápido descenso de resistencia, gracias á lo cual pasa la corriente de la pila que acciona el relé y cuya fuerza electro-motriz ha de ser menor que la tensión límite ó crítica, como le llama M. Blondel, á partir de la cual la materia se cohiere permanentemente y no se descohiere por el choque. M. Fe-





rier en su comunicación supone, exponiendo una teoría bastante artificial de los cohesores, que los cuerpos en contactos imperfectos forman condensadores, y que la tensión crítica corresponde al caso en que el dieléctrico desaparece por el aumento de la diferencia de potencial entre las armaduras.

Se ha tratado de suprimir el choque necesario que vuelve el cohesor á su estado neutro, y con este objeto se han empleado por M. Popoff cohesores autodecoherentes de polvo de acero, siendo curioso hacer notar que dichos cohesores, así como la telegrafía sin hilos, fueron inventados hace mucho tiempo (1879) por el profesor E. Hughes, que no hizo público tan notable descubrimiento (E. T. Z. 1899-386); otro sistema en el que también se ha trabajado con éxito, consiste en el empleo de aparatos que se descohieran en vez de coherirse por la onda electro-magnética, tal sucede en el anticohesor Neugschwender, constituido por un trozo de espejo en el que se ha suprimido el azogado en una hendidura estrecha. La corriente pasa entre ambas mitades en cuanto existe un poco de humedad, pero la onda eléctrica la interrumpe por efecto de la rotura de filetes metálicos formados por acción electrolítica entre ambas mitades.

#### PERFECCIONAMIENTO DE DETALLES

Marconi ha obtenido sus brillantes éxitos, gracias á perfeccionamientos muy racionales llevados á cabo principalmente en el aparato receptor. Las ondas parásitas que pueden influenciar el cohesor se han disminuído por el empleo de resistencias sin auto-inducción en derivación en todos los puntos en que se producen chispas por la rotura del circuito y donde se consume la energía intrínseca de la corriente; la acción de la onda se ha concentrado en el cohesor evitando su derivación hacia el relé, intercalando en el circuito de éste fuertes impedencias; el hilo del aparato telegráfico, que pudiera conducir algunas ondas, atraviesa bobinas de impedencia y todo el conjunto está encerrado en una caja metálica para evitar las perturbaciones que emite la antena al transmitir.

En fin, el cohesor es coherido por la onda inducida en el circuito secundario de un transformador amplificador de construcción especial, cuyo circuito primario es recorrido por las





ondulaciones provenientes de la antena, y al cual ha dado Marconi el nombre de jigger.

#### SINCRONIZACIÓN Ó SINTONIA

Es la parte más débil del nuevo sistema, esto es, la posibilidad de cambiar comunicaciones con una estación determinada sin influenciar á las demás, habiendo algunos que creen no se ha de conseguir nunca. Sin embargo, como la resolución del problema se persigue con tenacidad, es de creer que se logrará en un porvenir no lejano, aunque hoy no hayan tenido éxito las disposiciones propuestas por Lodge, Marconi y otros.

#### TELEFONÍA SIN HILOS

M. Gavey, dió cuenta de los ensayos hechos en una instalación del sistema electro-magnético de M. Preece, entre la costa Norte de Irlanda y la isla Rathlin, distantes unos 13 kilómetros. Esta instalación, reducida á dos hilos de cobre paralelos colocados en ambas estaciones, y cuyos extremos están unidos á tierra, ha funcionado tan bien, que M. Preece cree no habrá dificultad alguna en establecer la comunicación telegráfica ó telefónica entre dos barcos por medio de una disposición análoga, siempre que su distancia no sea excesiva.





## QUINTA SECCION

**Electro-fisiología.**

El extracto de las dos sesiones celebradas nos da á conocer que M. Stanoievitch hizo una comunicación sobre la «Analogía entre la constitución de las líneas de fuerza magnéticas y electro-magnéticas en las máquinas, y la disposición de las células en las plantas», llegando como consecuencia de sus investigaciones perseguidas durante cuatro años, á admitir que las células orgánicas obedecen á las leyes de Maxwell, y su acción mutua es proporcional á las masas é inversa al cuadrado de la distancia.





## RESUMEN

Hemos procurado condensar en las líneas que preceden la mayoría de las cuestiones tratadas por el Congreso, que como se desprende de su lectura han sido numerosas é interesantes, sobre todo las referentes á la producción y utilización mecánica de la electricidad y al alumbrado eléctrico, debiendo señalarse como anomalía el que la tracción eléctrica ha sido objeto de muy pocos trabajos en contra de lo que debía esperarse por su importancia actual.

Lo nutrido del programa que abarcaba todas las aplicaciones de la electricidad y el corto tiempo que duraban las sesiones (unas dos horas), ha hecho que el carácter de éstas fuera más bien expositivo, y sólo en la de alumbrado eléctrico, por la índole financiera de algunos de los asuntos tratados, es donde las discusiones estuvieron más animadas. La actividad científica é industrial que caracteriza á los tiempos actuales, y los medios fáciles de publicación que ofrece la prensa técnica de todos los países, ha contribuído quizá por otra parte á que algunos de los trabajos presentados carezcan de novedad; pero de todos modos, el Congreso ha respondido ampliamente al carácter que hoy se señala á este género de asambleas, presentando el estado actual de los conocimientos de esta rama de la actividad humana, contribuyendo á honrar y conocer á las personas que más se han distinguido en el campo de la ciencia y de la industria, y señalando, en fin, las necesidades y los derroteros del porvenir.

Entre todos los trabajos presentados merecen especial mención los de M. Blondel, que con los magistrales resúmenes de conocimientos hechos en sus memorias, ha proporcionado sólida base de discusión y de estudio, ofreciendo ejemplo envidiable de fecundidad y talento.

Alternando con las sesiones que tenían lugar por la mañana el Comité del Congreso organizó varias excursiones, habiendo asistido por nuestra parte á la Central de la Cne Edison, en St. Denis, castillo de Chantilly, propiedad hoy de la Academia de Ciencias, donde fuimos obsequiados con un *lunch* por los





miembros franceses del Congreso, Central del sector de aire comprimido (Quai Jemmapes) y camino de hierro eléctrico de los Inválidos á Versailles, perteneciente á la Compañía del Oeste francés.

Renunciamos á detallar estas excursiones para no alargar demasiado este trabajo; la última, instalación en que se aplica el sistema americano de toma de corriente de un carril lateral, con una longitud de vía de unos 17 kilómetros, fué muy interesante, y ocioso parece indicar, tratándose de la noble Nación francesa, que nos atendieron en todas partes á los miembros extranjeros con una cortesía y esplendidez de muy grato recuerdo para los que fuimos objeto de ellas.





## ACUERDOS

Los acuerdos adoptados por el Congreso han sido, resumiéndolos:

1.º A propuesta de la Sección de unidades:

*Recomendar la atribución del nombre de Gauss á la unidad C. G. S. de campo magnético y el de Maxwell á la de flujo magnético.*

2.º A propuesta de la sub-Sección de alumbrado:

*Influir en los Gobiernos para que con todos los medios disponibles faciliten las instalaciones de redes aéreas ó subterráneas destinadas al transporte y distribución de energía eléctrica.*

3.º A propuesta de la Comisión de Delegados oficiales, por iniciativa de M. Stanoiewitch, Delegado de Servia:

*La energía eléctrica debe ser considerada como una propiedad y propone la Comisión sea protegida como otra cualquiera, según la jurisprudencia existente en varias Naciones importantes.*

Sólo me resta, para terminar mi tarea, expresar el agradecimiento que á la Superioridad debo por haberme honrado inmediatamente con la representación del Ministerio de Obras públicas en este Congreso, haciendo votos por que el modesto trabajo que tengo el honor de presentarle, sea de alguna utilidad á las personas que en nuestra Patria siguen con interés las modernas aplicaciones de la electricidad á la industria.





# ÍNDICE

	<u>Páginas.</u>
Introducción.....	205
Organización y trabajos.—Programa.....	207

## PRIMERA SECCIÓN

### *Métodos científicos y aparatos de medida.*

Unidades.....	209
Medida de las corrientes alternativas.....	210
Aparatos de medida.....	212
Oscilógrafos.....	212
Estudios con el oscilógrafo.....	213
Representación mecánica de los fenómenos eléctricos.....	213
Corrientes rectificadas.....	213
Fotometría.....	214
Patrones de incandescencia.....	214
Patrones de llama.....	215
Fotómetros.....	215

## SEGUNDA SECCIÓN

### *1.º—Producción y utilización de la energía eléctrica.*

Máquinas dinamoeléctricas.....	217
Alternadores Compound.....	217
Máquinas de inducción como generadores y motores.....	219
Alternadores acoplados en derivación.....	220
Conmutatrices.....	223
Condensadores.....	223
Transportes de alta tensión..	225

### *2.º—Alumbrado eléctrico.*

Lámparas de arco.....	227
Teoría del arco.....	227
Estabilidad .....	228





	Páginas.
Construcción. ....	228
Diversas lámparas. ....	229
Lámparas de bajo voltaje. ....	229
Lámpara Bremer. ....	230
Lámpara de arco encerrado. ....	230
Carbones. ....	230
Globos y reflectores. ....	231
Fotometría y rendimiento de la lámpara de arco. ....	231
Lámparas de incandescencia. ....	232
Teoría de la lámpara de incandescencia. ....	233
Fabricación y tipos nuevos. ....	235
Lámparas de baja tensión. ....	235
Lámparas de alta tensión. ....	236
Lámparas con filamentos de materias distintas que el carbono. ....	236
Lámparas Nernst. ....	236
Distribuciones á 220 voltios. ....	237
Tarificación. ....	238

### 3.º—*Tranvías de contactos superficiales.*

Resistencia de los coches auto-motores á la tracción. ....	240
Atoado eléctrico por medio de remolcadores y automóviles. ....	241
Tranvías de contactos superficiales. ....	241

## TERCERA SECCIÓN

### *Electroquímica.*

Hornos eléctricos. ....	243
Hornos de resistencia. ....	244
Hornos de resistencia superficial é incandescencia. ....	244
Corriente empleada. ....	244
Electrodos. ....	245
Análisis electrolítico. ....	245
Utilización de las aguas del mar en la producción de la energía eléctrica. ....	246

## CUARTA SECCIÓN

### *Telegrafía y telefonía.*

Telegrafía sin hilos. ....	247
Resultados obtenidos. ....	248





---

	<u>Páginas.</u>
Disposición general.....	248
Teoría de la telegrafía sin hilos.....	249
Cohesor.....	250
Perfeccionamiento de detalles.....	251
Sincronización ó Sintonia.....	252
Telefonía sin hilos.....	252

## QUINTA SECCIÓN

Electro fisiología.....	253
Resumen.....	254
Acuerdos.....	256



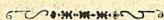






CONGRESO INTERNACIONAL  
DE  
TRANVÍAS

CELEBRADO EN PARÍS EN EL AÑO DE 1900



MEMORIA

DE

***Don José Jimeno Lassala***

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.



FUNDACIÓN  
JUANELO  
TURRIANO



MEMORIA

2A IV L A T

MEMORIA

MEMORIA

MEMORIA

MEMORIA



FUNDACIÓN  
JUANELO  
TURRIANO



---

### *A mis compañeros:*

No como delegado oficial del Gobierno español, sino como curioso he asistido al Congreso de Tranvías, gracias á la amabilidad del representante de España en este Congreso el distinguido Ingeniero de Caminos y Arquitecto, D. Pedro García Faria, el cual me presentó á la *Unión Internacional de Tranvías*, como miembro adherido.

Esta Asociación de eminentes personalidades que se hallan íntimamente relacionadas con el estudio, construcción y explotación de tranvías y ferrocarriles vecinales, tiene su domicilio en Bélgica, nación que puede considerarse como la iniciadora de los tranvías, pues ha sabido crear y hecho prosperar tan interesantes empresas, no sólo en su propio país, sino en casi todos los demás de Europa.

Ya la *Unión Internacional de Tranvías* había organizado numerosos Congresos en las principales poblaciones de Europa, y por esta causa el Gobierno francés tuvo á bien encargarle la organización del Congreso de París, serie de sesiones que han constituido la undécima de las asambleas celebradas por dicho organismo desde su creación. Cuando al terminar la reunión de Ginebra en 1898 se eligió París como sitio donde debería celebrarse la nueva asamblea, se creía que ésta tendría el mismo carácter que todas las anteriores, ó sea el de reunión de los miembros ordinarios de dicha asociación, por ignorarse que, con motivo de la Exposición, el Gobierno de la vecina República había acordado la celebración de un cierto número de Congresos, á los que patrocinaba á la vez que establecía para ellos un reglamento común.





Como entre dichos Congresos debía tener un lugar preferente el de Tranvías, la *Unión Internacional* fué comisionada por el Ministro de Obras públicas para que llevase á la práctica la celebración de dicho Congreso, con lo que la reunión de París tuvo ya carácter oficial.

El cuestionario de temas que la *Unión* había señalado para su discusión en las sesiones de 1900, se convirtió en orden del día del Congreso y ha dado lugar á interesantísimas discusiones, que hicieron naciese en mí la idea de publicar algún resumen de ellos en la *Revista de Obras públicas*.

Terminada la discusión de los temas propuestos para este Congreso, se trató de designar la población en que ha de celebrarse la reunión próxima, presentándose la duda entre Düsseldorf, Madrid, Leipzig y Londres. Se ha elegido esta última capital, decidiendo á la vez que las sesiones se celebren los días 1 á 4 de Julio de 1902, para cuya época se organiza en aquella ciudad una Exposición especial de cuanto se relaciona con la industria de los tranvías.

Nunca he pretendido, ni tan siquiera soñado, que trabajos míos fuesen en el mismo libro que los de tan eminentes Ingenieros como son los que dan á conocer los asuntos tratados en los Congresos de Ferrocarriles y Electricidad, y si hoy me encuentro en tan honrosa como inmerecida compañía, únicamente á la benevolencia lo deberé.

Yo sólo ambicionaba dar á conocer en forma de artículos en nuestra *Revista* alguno de los interesantes informes presentados al Congreso; pues al extractar trabajos de personalidades que en el mundo de los tranvías figuran como maestros, no creía que nadie me pudiera tachar de pretencioso ni inmodesto; pues no siendo mi criterio el que daba á conocer, mi papel hubiese resultado tan insignificante como si aquellos preciosos tra-





bajos estuviesen impresionados en un fonógrafo y yo fuese el encargado de poner en marcha el aparato.

Varios compañeros que tuvieron conocimiento de mi propósito me animaron á que recopilase todo lo dicho en el Congreso de Tranvías, añadiendo á lo ya escrito lo correspondiente á los demás temas que me faltaba extractar, y como entre los que esto deseaban se encontrase mi querido amigo el Secretario de la *Revista de Obras públicas*, Sr. Maluquer, me dejé convencer y los artículos que en el periódico habían de publicarse se aumentan en número y coleccionados van en un libro. Es decir, que mi papel sigue siendo tan poco airoso como de la otra manera hubiese sido; debiendo confesar que lo interesante de mis escritos pertenece por completo á los que en el Congreso impresionaron el cilindro, y que los defectos que en ellos aparezcan son rozaduras en el mismo y desperfectos del aparato ocasionados por mi torpeza.

Valencia 8 de Junio de 1901.

*J. Jimeno Lassala.*









## TEMA 1.º

## Tarifas.

¿Vuestras tarifas han sufrido modificaciones importantes en los últimos cinco años? ¿De qué naturaleza han sido estas modificaciones? ¿Qué razones las han motivado? ¿Cuáles han sido sus resultados bajo el punto de vista de los ingresos, los gastos y los beneficios?

Se desea conocer las cifras totales y las relativas al carruaje-kilómetro.

¿Consideran ustedes sus actuales tarifas como racionales?

*Ponente.*—Geron, Director de la Sociedad de tranvías de Colonia.

## INFORME

Comienza el Ponente por llamar la atención sobre las variaciones que por lo general han sufrido las tarifas, principalmente en el interior de las poblaciones, coincidiendo este hecho con la introducción de la tracción eléctrica, hasta el punto que estas modificaciones han resultado indispensables, incluso para aquellas líneas que todavía conservan la tracción animal.

Quince Compañías de distintos países han remitido contestaciones al cuestionario, circulado con anterioridad, y en todas éstas aparece claramente para los tranvías urbanos una tendencia muy marcada á disminuir los precios y á simplificar las tarifas, llegando en muchos casos al precio único, con facultad de *correspondencia*, que unas veces es sin aumento de precio y otras mediante el pago de un pequeño suplemento. Por otra parte, se observa que este criterio del precio único (con ó sin correspondencia), no da buenos resultados sino en el caso de líneas establecidas en el interior de las poblaciones, en las que los viajeros se renuevan con frecuencia en todo el trayecto recorrido; sino que, por el contrario, la tarifa única en líneas suburbanas ó que sirven barrios de poco tráfico, no es conveniente para la Empresa.

El establecimiento del precio único para cualquier distancia en el interior de las poblaciones, coincidiendo con el de la tracción eléctrica, ha originado un considerable aumento en el trá-





fico de los tranvías y en muchos casos ha producido también un importante incremento en los beneficios de las Compañías.

Alguna Empresa llama la atención sobre el inconveniente que la tarifa única tiene en días de fiesta, puesto que en dichos días, una gran masa de viajeros aprovecha el asiento durante todo el recorrido del carruaje, con lo que una de las condiciones esenciales para la aplicación de la tarifa del precio único no se realiza, puesto que en este caso los viajeros dejan de renovarse frecuentemente.

El Ponente hace referencia al informe de Pirch, director de los tranvías de Barmen-Elberfeld, presentado ante la «Unión de las administraciones de tranvías y ferrocarriles vecinales alemanes», en Septiembre de 1899, para cuyo trabajo se dispuso de los datos enviados por 46 Compañías, de las más importantes de Alemania, que es el país europeo en el que las tarifas han sufrido variaciones más radicales en estos últimos años.

De estas 46 Compañías, de las que 39 se valían de la tracción eléctrica, 21 de ellas (ó sea el 45,6 por 100), hacían el servicio con la tarifa uniforme de 10 pfg. en toda la red, 7 Empresas (17,4 por 100) con la tarifa de precio único en las líneas urbanas y con tarifa por secciones en las suburbanas y 18 (37 por 100) con tarifas por secciones en todos los recorridos. Entre todas estas Empresas había 36 (78,3 por 100), que permitían á los viajeros el cambio de carruaje, por una sola vez, durante el trayecto, y en estas 36 se incluían 17 que aplicaban la tarifa de precio único.

Todas las que aplicaban el precio único obtenían excelentes resultados, siendo de advertir que sólo se establecía cuando las condiciones eran favorables, y lo mismo ocurría entre las que permitían la *correspondencia*, aun teniendo en cuenta las dificultades que el servicio de intervención y comprobación introduce en la marcha de los carruajes.

También se recuerda en el informe una reciente reunión verificada en Alemania, en la que puesta sobre el tapete la misma cuestión que ahora se trata, se reconoció la conveniencia de la tarifa de 10 pfg. como precio único, en una zona que debería ser lo más extensa posible en cada caso particular, en el interior de las grandes poblaciones, excluyendo en absoluto de este criterio el servicio exterior á esta zona, y respecto á la co-





correspondencia se creyó que era conveniente limitarla cuando se aplica las tarifas de precio único.

En el informe que se extracta se admiten sin reservas estas ideas como criterio general, pero subordinadas siempre á las condiciones especiales de la localidad y así se llega á las siguientes conclusiones:

1.<sup>a</sup> Las tarifas de los tranvías urbanos deben ser sencillas, baratas y establecidas según las condiciones de la localidad.

2.<sup>a</sup> Para las grandes poblaciones, se recomienda en general la adopción de una zona interior, lo más extensa posible, con un precio único, en el que no se comprenden las líneas suburbanas.

3.<sup>a</sup> El servicio de correspondencia es recomendable; examinando en cada caso particular si se debe cobrar un aumento de precio y á cuánto debe ascender este suplemento.

#### *Discusión.*

El Congreso estuvo unánimemente de acuerdo con las dos primeras conclusiones, apareciendo únicamente diferencias de criterio en lo que se refiere á si la correspondencia es ó no conveniente.

Monmerqué, Jefe del servicio técnico de la Compañía general de Omnibus de París, encuentra demasiado general el decir que el servicio de correspondencia es recomendable, pues si bien puede admitirse en bastantes poblaciones, en las de gran importancia (París especialmente) ocasiona considerables pérdidas de tiempo, debidas al servicio de intervención en los cruces de las diversas líneas, que se hallan en combinación, con lo que la velocidad comercial del transporte se disminuye en extremo. Propone se diga que el servicio de correspondencia es recomendable *en general*.

Lavalard, Administrador delegado de la misma Compañía, está de acuerdo con lo dicho por Monmerqué, aunque reconoce las ventajas que la correspondencia tiene siempre que se pueda efectuar sin la complicación de la intervención en los cruces, como ocurre en Suiza y Alemania, en que se da al viajero uno ú otro billete, según el sitio de destino, y, por lo tanto, no hay pérdida de tiempo. Cita el caso de Amsterdam que, des-





pués de haber resistido largo tiempo, ha establecido, por fin, billetes que permiten tomar un segundo carruaje con un pequeño aumento de precio.

Koehler, de la Gran Sociedad de Tranvías de Berlín, también ve inconveniente en la redacción tan absoluta de la tercera conclusión, y hace constar que la cuestión de la correspondencia está directamente enlazada con la de las tarifas en sí. Hace ver que cuando, como ocurre en Berlín, por el precio único de 10 pfg. se pueden recorrer 20 km., es inadmisibles exigir á la empresa que además faculte la correspondencia, mientras que si las tarifas son elevadas se puede dar este derecho al viajero.

Thonet, Ingeniero de Lieja, reconoce los inconvenientes del timbrado del billete para hacer uso de la correspondencia, sin que por ello se eviten los fraudes, y está de acuerdo con la ponencia sólo en el caso de tarifas elevadas, pero no cuando es bajo el precio del billete, poniendo el ejemplo de Marsella, en que por 10 céntimos se pueden recorrer 10 km. sobre una misma línea, lo que evita la correspondencia. Cita los casos en que las condiciones de la concesión establecen la correspondencia, y en estas condiciones se han creado billetes en que se marca la hora y pueden ser utilizados en la media ó una hora siguientes sin intervención de agente alguno. Propone se diga: que la correspondencia es favorable al tráfico en general, pero es preferible aplicar tarifas reducidas en lugar de adoptar la correspondencia.

Grialou, Director de la Compañía de Omnibus y Tranvías de Lyon, abunda en las ideas expuestas y hace ver que en Lyon se necesitan nada menos que 180 empleados para el servicio de la correspondencia, que cuestan 300.000 francos anuales, que deben sumarse con otros 600.000 á que asciende el gasto total que ocasiona el servicio tal como allí se ha establecido, debiendo tenerse presente que en segunda clase un viajero puede recorrer 12 á 13 km. por 10 céntimos. Deduce que la correspondencia sólo conviene á las empresas que explotan una red importante, porque de esta manera constituyen una especie de monopolio, al no poder competir con ellas otras Compañías menos poderosas y que no pueden dar tantas ventajas al público.

Scheidtweiler, adjunto al Burgomaestre de Colonia; Pieck,





Director de la «Allgemeine Local-und Strassenbalm-Gesellschaft», de Berlín, y Debray, Director de la Compañía de los Tranvías del Este, parisién, se asocian á la reforma de la tercera conclusión sin aportar nuevos datos.

Como la cuestión debatida demuestra gran interés y presenta una gran número de aspectos, todos ellos interesantes, se acuerda diferir el tema para el próximo Congreso, después de haber sido aceptadas las dos primeras conclusiones.









## TEMA 2.º

## Tracción eléctrica.

¿Cuáles han sido las consecuencias de la aplicación de la tracción eléctrica en las líneas transformadas, bajo el punto de vista: del tráfico, de los gastos de explotación y de los beneficios netos?

Se ruega se den cifras totales y relativas al carruaje-kilómetro.

Indíquese la naturaleza de las líneas eléctricas, especialmente con relación al perfil y á las demás circunstancias que hayan podido influir en los resultados obtenidos, como son: duración de la concesión, pliegos de condiciones, etc.

*Ponente:* Pirch, Director de los Tranvías eléctricos de Barmen-Elberfeld.

## INFORME

Sólo se recibieron contestaciones de un pequeño número de Compañías que sirven grandes poblaciones y aglomeraciones de mucho tráfico, de las que algunas tienen dificultades á causa de los trazados en planta y vertical de sus líneas. Casi todas tenían tracción animal, muy pocas se servían del vapor, y establecieron luego la tracción eléctrica, por medio de línea aérea, la mayoría de ellas. Se lamenta de que no se hayan podido reunir datos bastantes relativos al empleo de acumuladores, y han faltado, en absoluto, los referentes á otros sistemas. De aquí que sólo haya podido estudiarse la cuestión en el caso de tracción eléctrica con hilo aéreo.

Se señalan claramente las siguientes ventajas de la tracción eléctrica sobre la animal:

1.º Con el aumento de la velocidad media y á igualdad de tráfico es posible reducir el número de carruajes en servicio, aumentando el número de viajes de cada uno de ellos, lo que disminuye también el número de empleados que en los mismos prestan servicio. Este aumento de velocidad atrae el público y los viajeros son en mayor número.

2.º Gracias á la posibilidad de llevar coches remolcados, la elasticidad de la explotación eléctrica es extraordinariamente grande, de modo que cuando se aglomera un gran número de





viajeros es más fácil dar satisfacción á las necesidades del servicio.

3.º La tracción eléctrica consiente establecer las líneas en terrenos bastante accidentados, que no permitiría un servicio con tracción animal.

4.º Los gastos de tracción de los tranvías eléctricos en donde los convoyes se suceden con pequeños intervalos, en poblaciones muy densas, son menos elevados que con la tracción de caballos, aun en el caso de que la producción de energía eléctrica resulte cara, y esta ventaja se acentúa cuando se aprovecha la posibilidad de añadir carruajes remolcados.

5.º A causa de estas circunstancias, las explotaciones con tráfico intenso pueden conceder al público reducciones en las tarifas sin comprometer los beneficios de la explotación.

6.º No hay gasto inútil de energía en las bajadas.

7.º Se suprimen las paradas que antes eran necesarias para el cambio de caballos ó para enganche de encuartes.

8.º No se ensucian las calles, no se desgasta el firme de las vías que se recorren y se entorpece menos la circulación.

9.º Con un poco de cuidado por parte del conductor los coches eléctricos vencen más fácilmente que los arrastrados por caballos las dificultades y obstáculos que pueden presentarse cuando se ejecutan trabajos en las calles.

10. Como no hay que preocuparse de si los caballos podrán arrastrar el coche, se construyen éstos en condiciones mejores de comodidad para el viajero, mayores y más sólidos, sin aumentar los gastos de explotación.

En relación con la tracción por vapor, la eléctrica presenta también ventajas por ser más económica, vence más fácilmente las fuertes pendientes y no causa molestias con el humo, el vapor ó el ruido.

Se estudian luego los resultados favorables de la transformación de los tranvías de tracción animal y aparecen como datos dignos de mención los que siguen:

A. Desarrollo del tráfico por aumento del número de viajeros y de los recorridos efectuados.





	TRACCION ANIMAL			TRACCION ELÉCTRICA		
	Años.	Número de viajeros.	Coches-kilómetros.	Años.	Número de viajeros.	Coches-kilómetros.
Nancy .....	1895	2.877.000	»	1898	5.025.000	»
Havre .....	1892	4.474.000	»	1898	11.763.000	»
Marsella (línea de S. Luis) .....	1893	3.712.000	»	1898	6.007.000	»
Barmen-Elberfeld. ....	1893 (?)	4.870.000	1.377.000	1896	7.299.000	2.206.000
Hamburgo. ....	»	»	»	1899	13.547.000	3.943.000
	»	»	»	1894	44.209.000	12.577.000
	»	»	»	1898	61.024.000	23.052.000
( Gran Sociedad de Tranvías de Leipzig. ....	1895	21.243.000	4.836.000	1896	25.034.000	5.412.000
Leipzig. {	»	»	»	1898	38.005.000	11.632.000
Leipziger Electriche Stras-senbahn .....	»	»	»	1896	5.384.000	»
	»	»	»	1898	14.915.000	»



Nótese que en Leipzig, población de 430.000 habitantes, han transportado en 1898, entre las dos Compañías, el exorbitante número de 52.920.000 viajeros.

*B.* Extensión de las redes de tranvías en las poblaciones hacia los arrabales, y atravesando éstos hacia las localidades próximas, especialmente en terrenos accidentados en los que la tracción animal ó á vapor hubiese sido imposible.

Un ejemplo notable de esto lo ofrece la «Sociedad de Tranvías y Ferrocarriles vecinales de Aix-la-Chapelle», que de 20 kilómetros que explotaba con la tracción animal, ha llegado á 80 kilómetros con la tracción eléctrica, uniendo á Aix-la-Chapelle con todas las otras localidades que le rodean en una gran extensión, á pesar de haber obligado el terreno accidentado de la comarca á que las rampas de 4 á 5 por 100 en longitudes de un kilómetro sean muy corrientes, con un máximo de 9 por 100 en una pendiente.

*C.* Los gastos de explotación han disminuído y los beneficios netos han aumentado.

Los gastos de explotación eran y son respectivamente para la tracción animal y la eléctrica en:

Aix-la-Chapelle, 30 y 22 pfg. por coche-kilómetro.

Barmen-Elberfeld, 31,5 y 18 pfg. idem.

Hamburgo, 35 y 29,7 pfg. idem.

Leipzig, 31,2 y 17,9 pfg. idem.

Respecto á los ingresos, se ha visto que han aumentado con el número de viajes; sin embargo, la relación entre estos aumentos no es constante, sino que, por el contrario, se ha notado una disminución de los productos por coche-kilómetro. Esto obedece á que si bien el público aprovecha más veces el tranvía, no se ocupan tantos asientos por coche como antes, hasta que los viajeros siguen aumentando en número. Otras veces es esto debido al menor precio del billete.

Sin embargo de esto, los beneficios aumentan, por regla general.

Un ejemplo notable de aumento en los beneficios, es lo ocurrido en el Havre que se han doblado en 1895 y casi triplicado en 1898.

En Barmen-Elberfeld el beneficio bruto fué de 9 pfg. por coche-kilómetro en el último año de la tracción animal y subió á





18,3 pfg. en 1896, primero de la explotación eléctrica, cifra que representa respectivamente el 22 y 48,3 por 100 de los ingresos.

*D.* Posibilidad de bajar las tarifas y de introducir ó extender el servicio de correspondencias.

Los tranvías de Barmen-Elberfeld y de la «Gran Sociedad de Tranvías de Leipzig», han podido prestar un gran servicio al público estableciendo la tarifa uniforme de 10 pfg., la que ha producido un gran aumento en los ingresos, pero que ha exigido poner en servicio un mayor número de coches, en lo que ha resultado que el producto por coche-kilómetro ha disminuído, no sólo porque los viajeros viajaban á precios más baratos, sino porque utilizan el coche durante un mayor recorrido. A pesar de esto, el resultado final ha sido favorable para las Compañías.

*E.* Posibilidad de emplear carruajes mayores y más cómodos sin aumentar sensiblemente los gastos de explotación.

Teniendo en cuenta el esfuerzo del caballo, los coches debían ser ligeros y para que fuesen capaces del mayor número de viajeros, éstos debían ocupar el menor espacio posible, de manera que en los carruajes cerrados disponían de una anchura de 47 centímetros, por regla general, mientras que en los carruajes eléctricos se ha llegado en gran número de líneas hasta 50 centímetros, para viajeros sentados. Las plataformas se han hecho también más capaces.

Las mayores dimensiones de los carruajes obligan á mayores gastos de explotación por el mayor peso que hay que transportar; sin embargo, el aumento que se produce es insignificante con relación al mayor número de viajeros que conducen.

Sólo se cita el ejemplo de Barmen-Elberfeld que hasta 1898 sólo utilizaba como remolque los antiguos coches de caballos de 22 asientos, pero en 1899 ha puesto en circulación coches de 30 asientos y se han obtenido los resultados siguientes:

Gastos de explotación (los coches remolcados se cuentan como unidades completas):





	Por convoy. — <i>Kilómetros.</i>	Por coche. — <i>Kilómetros.</i>	Por viajero. — <i>Kilómetros.</i>
1898.. . . . .	27,0 pfg.	17,8	0,66
1899.. . . . .	28,1	18,0	0,65

Si se estudia el resultado del cambio de la tracción de vapor en eléctrica, se obtienen parecidas conclusiones. Así se ve que en la línea de Bruselas-Petite-Espinotte, el tráfico que en los años 1892-94 era de 150.000 trenes-kilómetros por año, con el servicio de vapor, se aumenta á 287.000 en 1895 y á 521.000 en 1898, después de haber hecho la transformación. Los productos por tren-kilómetro han descendido, sin embargo, de 0,98 francos á 0,86 y 0,76, de la misma manera que antes se ha visto que ha ocurrido con los antiguos servicios de caballos.

Excusado es hacer constar que influyen notablemente en los rendimientos de las Empresas varias condiciones especiales que afectan á cada línea en particular, como son: el número de años de la concesión, los impuestos de las municipalidades, la imposición de que la corriente se tome por línea aérea, subterránea, por acumuladores, etc.

Termina el Ponente su informe preguntando: la sustitución de la tracción animal por la eléctrica, ¿es recomendable en cualquier circunstancia? Y él recuerda que un colega ha dicho que no es exacto, como se pretende, que siempre la aplicación de la tracción eléctrica debe tener como consecuencia el aumento de los beneficios, sino que es preciso fijarse en las condiciones de cada línea. Este último, dice que se necesitan como condiciones necesarias é indispensables para la tracción eléctrica, un tráfico intenso, largas líneas y suficiente número de años para la concesión, influyendo muy especialmente el perfil longitudinal del trazado.

En una línea casi á nivel que no satisfaga todas las demás condiciones, la tracción eléctrica no ofrecerá ventajas sobre la animal y aun puede ser desfavorable. Pero no ocurre lo mismo con un perfil accidentado, pues entonces resulta más ventajosa





que la tracción animal, por la facilidad de desarrollar la necesaria potencia para el arrastre y por la mayor velocidad que puede alcanzarse, lo que aumenta el número de viajeros. Así vemos que ciertos recorridos que antes no eran aptos para el establecimiento de un tranvía de sangre, hoy están servidos por los eléctricos.

Termina el informe con la siguiente conclusión:

«Según las experiencias hechas, la tracción eléctrica por línea aérea se recomienda en sustitución de la tracción animal, y aun de la tracción por locomotoras, cuando se trata de una explotación en que los pequeños convoyes se suceden á cortos intervalos en líneas de largo recorrido y tráfico intenso y particularmente en las establecidas en terrenos accidentados á condición de que la duración de la concesión sea suficientemente extensa, y que condiciones imposibles ó cargas exorbitantes no vengan á comprometer ó destruir el equilibrio económico del negocio.»

#### *Discusión.*

Esta conclusión fué completamente aprobada sin verdadera discusión, pues sólo se hizo constar que no se amoldaba exactamente á la generalidad con que se había puesto el tema, por lo que ya el ponente hizo constar que no habiendo obtenido contestaciones á la cuestión propuesta con relación á explotaciones en que se hiciere uso de línea subterránea ó acumuladores, tenía que verse precisado á tratar de explotaciones en que se hacía uso del hilo aéreo.









## TEMA 3.º

## Ancho de la vía.

¿Cuáles son las ventajas é inconvenientes relativos de la vía estrecha y la normal para la tracción eléctrica, especialmente bajo el punto de vista de la adaptación de motores suficientemente potentes y de otros órganos mecánicos?

*Ponente.*—Gunderloch, Director del «Bergische Kleinbahnen» en Elberfeld.

## INFORME

Se hace notar, en primer término, que los tranvías eléctricos salen de las ciudades para convertirse en vías suburbanas y vecinales, ensanchando su radio de acción y el servicio que han de prestar. Tienen que efectuar el transporte con mayor velocidad que antes, lo que obliga á coches mayores y más pesados y deben presentar gran elasticidad en el servicio, por lo que los convoyes se componen de más de un carruaje, condiciones que obliga el empleo de motores capaces de desarrollar el esfuerzo necesario. Por otra parte, las líneas suburbanas para llenar completamente su misión, deben organizar el servicio de mercancías, de manera que estos tranvías se conviertan en verdaderos ferrocarriles vecinales eléctricos, pues lo que importa en extremo es que al redactar sus proyectos se tenga en cuenta su porvenir, y por tanto, la manera de vencer toda clase de dificultades y exigencias eventuales. De aquí que la elección del ancho de vía juegue un papel muy importante.

Como el ancho menor de un metro es poco frecuente, hace la comparación entre este ancho de un metro y el normal (1), con los datos que han remitido 11 Compañías, á más de los estudios propios del ponente.

4. La vía estrecha permite pasar más fácilmente por curvas de pequeño radio, adaptándose mejor el trazado á los accidentes del terreno.

---

(1) Excusado es decir que este ancho normal es el de los ferrocarriles de la generalidad de los Estados europeos, entre los que constituyen una excepción los de nuestro país.





Como la separación de los ejes varía generalmente de 1,60 á 2,00 metros, esta ventaja tiene poca importancia, y así se tiene, que, según datos de 61 Compañías que tienen curvas de 20 metros, de radio 33 son de ancho normal y 28 de un metro, y, tanto con unas como con otras, se tiende á evitar radios de 15 metros. Sabido es que se facilita el paso por curvas de radio pequeño con la aplicación de ejes móviles y con el empleo de un carril plano en el exterior. Con ruedas de 40 centímetros de radio y 18 milímetros de reborde, las dos ruedas de un mismo eje pasan sin patinar y sin rozamientos por curvas de 22,7 metros en vía de un metro y de 32,2 en vía normal. El Ponente, sin embargo, no es partidario del carril plano para evitar las probabilidades de descarrilamiento. Si se emplean carriles gemelos, se disminuye el frotamiento en las curvas, aumentando el ancho de su separación, y para conseguir este objeto con carriles de ranura, se fabrican piezas curvas especiales con las ranuras más anchas que las que se emplean en las alineaciones rectas.

*B.* Los gastos de construcción y conservación son menores para la vía estrecha.

Cuando la vía se establece sobre calles ó carreteras la diferencia es muy pequeña, pero si se ha de construir explanación propia no ocurre lo mismo. En este caso la diferencia es menor si se emplean carriles con ranura y llega á ser un máximo si se colocan carriles Vignole sobre traviesas metálicas.

*C.* Los tranvías, y principalmente los ferrocarriles vecinales eléctricos que unen localidades algo distantes, deben prestar el servicio de mercancías.

En este caso su papel no es el de competir con los ferrocarriles ordinarios, sino completar el servicio de éstos conduciendo á sus estaciones el tráfico de la región que aquellos atraviesan y llevar á los últimos pueblos las mercancías traídas por las grandes líneas. Bajo este punto de vista, la vía normal será lo más conveniente, porque permitirá transportar los vagones del ferrocarril por la vía del tranvía, sin necesidad de trasbordar la mercancía. Con este fin habrá que tener en cuenta las condiciones de resistencia de la línea del tranvía ó ferrocarril vecinal. Estas condiciones son:

*a.* Radios mayores de 150 m. en plena vía y, á lo sumo, de 60 en las vías de enlace





b. Carriles que resistan seis toneladas con velocidad de 30 kilómetros por hora.

c. El gálibo para los vagones del ferrocarril debe conservarse hasta 76 cm. sobre los carriles y lo mismo en la parte superior aunque con un ancho reducido de 3,45 m.

d. La distancia entre dos vías paralelas debe ser de 4 metros entre ejes.

e. Las rampas deben ser tales, que los motores no soporten un trabajo excesivo durante un tiempo demasiado largo.

f. Si se utilizan vías públicas, los frenos deben poder detener el convoy á la distancia establecida por las autoridades.

A veces se emplean carretones para el transporte de los vagones del ferrocarril, lo que hace más difícil y costosa la explotación, y entonces los radios pueden ser menores y más ligeros los carriles; pero es un sistema impracticable en caso de terreno algo accidentado, teniendo que recurrirse al trasbordo de la mercancía.

Algunas empresas (como en Sajonia) que tenía vía estrecha, la han convertido en vía normal para aumentar su capacidad de transporte, y otras (como en Colonia) han establecido un tercer carril, y aunque éstas explotan con servicio de vapor, esto indica que lo mismo ha de suceder con la tracción eléctrica. Este ejemplo de los tres carriles no debe seguirse, por la complicación que se origina en el establecimiento de la vía y de los apartaderos, además de que los gastos son bastante más elevados que si se admitiese la vía normal.

D. El espacio entre las ruedas de los ejes motores determina las dimensiones y modelo de los mismos motores.

Es claro que si el espacio disponible es mayor, también podrá ser mayor, á igualdad de condiciones, la potencia del motor. Si la vía no presenta condiciones muy desfavorables en su trazado, un solo motor puede bastar para cada carruaje en el caso de la vía ancha, mientras que en el de la vía estrecha quizás sean necesarios dos para la misma capacidad de tracción, aparte de que los reguladores y enlaces eléctricos del carruaje son siempre más sencillos en el primer caso que en el segundo.

Tampoco debe olvidarse que los carruajes con dos motores tienen indudables ventajas, como son: poder seguir marchando con el otro motor en caso de avería de uno de ellos, por lo me-





nos con el coche vacío hasta dejarlo en la cochera; mejor utilización del peso bajo el punto de vista de la adherencia y arranque del carruaje; mejor regularización de velocidades, y entre límites más extensos, según se pongan, en serie ó en paralelo, los dos motores, lo que permite que una explotación urbana con 12 kilómetros de velocidad, alcance 20 y 30 al dejar los lugares de gran circulación y concurrencia.

En vías muy accidentadas de ancho normal, los coches con dos motores pueden admitir otro carruaje ó vagón de mercancías para su remolque, mientras que la vía estrecha en las mismas condiciones obliga el empleo de carruajes de cuatro ejes motores lo que aumenta los gastos de primer establecimiento.

Se recomienda, á veces, para ciertos servicios, el empleo de grandes motores girando á poca velocidad, en que los inducidos se monten directamente sobre los ejes, y estos mecanismos no siempre pueden instalarse en material para vía estrecha.

Los constructores de motores eléctricos han tratado de crear tipos potentes para vía estrecha, pero en este caso suelen verse obligados á despreciar ciertas piezas importantes (cojinetes, compensadores, etc.), para disponer de mayor espacio, lo que ocasiona luego mayores gastos de explotación y conservación.

Con motores potentes en vía estrecha, éstos ocupan todo el espacio libre entre las ruedas, lo que hace difícil la visita diaria é indispensable de todas las piezas del mecanismo, por no ser todas ellas fácilmente accesibles, como por ejemplo, colectores y escobillas, en la que pequeños defectos, á tiempo reconocidos, no presentan inconveniente grave, y que descuidados en su principio, dan lugar á más serios trastornos.

*E.* En los carruajes de vía estrecha el motor no deja espacio para instalar la maniobra de las bombas compresoras de aire para los frenos, y también suele faltar, en este caso, sitio para colocar el depósito del aire comprimido, que no siempre cabe debajo de los asientos por estar ocupado este lugar por los cables de conexión eléctrica y por los caloríferos.

*F.* El material para vía estrecha es menos estable y además ofrece mayores dificultades de construcción á causa de que los montantes de ángulo de la caja, que tienen que estrecharse en su parte inferior, no pueden cortarse fácilmente al hilo de la madera, so pena de exagerar sus dimensiones.





G. Se cree, por algunos, que al establecer un tranvía en el paseo de una carretera, se ocupa menos espacio con la vía estrecha; pero la experiencia enseña que no es así, porque la carretera no se separa sólo de la parte ocupada por la vía, sino que deja un cierto espacio para el paso del material móvil, y como el ancho de los carruajes es casi el mismo, cualquiera que sea el de la vía, resulta que el espacio libre realmente necesario no depende del ancho de ésta.

Según las consideraciones expuestas, se llega á las siguientes conclusiones:

«Que la vía normal presenta numerosas ventajas para la tracción eléctrica, y que es la más generalmente aplicada.»

«Que no parece acertado lo que muchas veces se dice, de que la vía de un metro sea la normal para los ferrocarriles vecinales, á fin de permitir el paso de los vehículos de una línea vecinal á otra, puesto que esta responsabilidad tiene menos importancia que la del enlace con las grandes líneas de ferrocarril.»

«Que en los proyectos de nuevas líneas ó de transformación de las existentes, debe examinarse detenidamente (teniendo en cuenta los intereses del tráfico que estas líneas deben tener en la actualidad y en lo futuro, y el desarrollo probable de las localidades servidas, así como también todas las demás consideraciones relativas al caso que se estudia), si convendrá adoptar en primer lugar la vía normal, decidiéndose por la vía estrecha sólo en el caso de haber razones muy poderosas que le den la preferencia.»

#### *Discusión.*

El Presidente de la Unión Internacional Permanente de Tranvías, Janssen, llama la atención del Congreso sobre que lo conveniente para los ferrocarriles vecinales puede no serlo para los tranvías urbanos, y que no siempre hay ventaja para preferir la vía de 1,45 metros sobre la de un metro. Además alude muy directamente á M. de Bourlet, director de la «Sociedad Nacional Belga de Ferrocarriles vecinales», para que emita juicio en esta cuestión, teniendo en cuenta que en Bélgica han tenido tan gran incremento los ferrocarriles vecinales que alcanzan una importancia casi tan grande como la red de los ferrocarriles





les del Estado, siendo así que para ellos se ha adoptado la vía estrecha por la general.

Burlet se halla de acuerdo con las conclusiones del dictamen si se trata únicamente de la tracción eléctrica y de líneas urbanas con servicio único de viajeros, pero no ocurre lo mismo si se quieren comprender líneas secundarias que saliendo de las poblaciones hayan de prestar servicio de ferrocarriles.

La red belga de ferrocarriles vecinales, cada vez más importante, comprende una longitud próximamente de 2.500 kilómetros concedidos y muchos más en estudio, y de las 103 líneas que la forman, sólo tres con una longitud total de 23 kilómetros, tienen vía normal, siendo todas las demás de un metro.

La causa principal de esto, es la del coste; razón esencialísima en líneas que no pueden contar más que con un tráfico reducido. Para estas líneas económicas resulta á 47.500 francos el coste kilométrico, mientras que para aquellas tres líneas de ancho normal resultó á 100.000, teniéndose la convicción de que si se hubiese de haber adoptado para todas ellas el ancho normal, no se hubiesen construido ni siquiera la cuarta parte de los 2.500 kilómetros que hoy figuran.

Este tema se discutió en el Congreso de Amsterdam, siendo ponente Fromm, y entonces se adoptaron las siguientes conclusiones, que recuerda el orador:

La vía estrecha debe adoptarse para los tranvías de vapor, salvo casos especiales, que se determinaban claramente; líneas enlazadas con otra de vía normal, siendo de poca longitud, y que además hayan de transportar mercancías en gran cantidad.

Kessels, Director de la «Sociedad general de los ferrocarriles económicos» de Bruselas, hace presente un argumento importante en favor de la vía estrecha, como es el precio mínimo del trasbordo. Cita el ejemplo de una línea de 40 kilómetros, con ancho de un metro y tráfico importante, en la que se hace el trasbordo por 20 céntimos la tonelada, que paga la línea de vía ancha, y como en este precio está incluido el alquiler de los vagones durante el trasbordo (2 céntimos), y el coste de las maniobras (6 céntimos), resulta efectivo para el trasbordo el precio de 12 céntimos.

Haselmann, Director de los tranvías de Aix-la-Chapelle, es





también defensor de la vía estrecha, y así como el penente considera principalmente la relación entre los ferrocarriles vecinales y las grandes líneas, dice que debe tenerse muy en cuenta las relaciones mutuas entre las de vía estrecha, puesto que constituyen en Bélgica una red cerrada como las de vía normal. Según esto, debe estudiarse el ancho de la vía, según el de las otras vías, con la que haya de establecer relaciones más inmediatas.

Trantweiler, Ingeniero Jefe de los tranvías de Strasburgo, defiende las conclusiones del dictamen, y cree que, si después de adoptar en 1890 unas conclusiones sobre este tema en el Congreso de Amsterdam, hoy vuelve á ponerse á discusión, es porque de entonces á hoy se ha considerado necesario estudiar este punto bajo otros puntos de vista, especialmente en su relación con la tracción eléctrica.

Recuerda los trabajos de M. Martín, comparativos de los gastos de la vía estrecha y la normal, en los que no se obtiene una diferencia tan considerable como el 40 y hasta el 50 por 100 que antes se ha citado. En el caso de establecer la línea sobre una carretera ya existente, no puede nunca obtenerse una diferencia tan grande.

En cuanto al material móvil, la diferencia casi desaparece, y hasta ocurre que resulta más caro con relación al número de asientos que contiene.

Como con la tracción eléctrica se pueden alcanzar importantes velocidades, cree preferible la vía ancha para obtener mayor estabilidad con el mayor ancho de la vía, especialmente si se emplean carruajes con imperial.

Koehler, de la Dirección de la Gran Sociedad de tranvías de Berlín, apoya lo dicho por el anterior, en sus líneas generales, y expone la idea de que la dificultad que se presenta de aceptar completamente las conclusiones del dictamen, dimana principalmente de que, comparándolas con la cuestión propuesta, resulta que exceden los límites naturales á que se circunscribe el tema.

Allí se pedía se discutiesen las ventajas é inconvenientes del ancho de la vía con relación á la tracción eléctrica, y en el informe se ha diluido este punto concreto con otros que vienen á complicar el asunto, sin que se haya hecho distinción entre





ferrocarriles de viajeros y ferrocarriles afectos especialmente el servicio de mercancías.

Cree que de una manera general debe preferirse la vía normal para las líneas cuyo tráfico de mercancías sea de importancia; pero reconoce que no siempre es esto posible, por infinitas razones especiales de cada caso particular.

A causa de no haber podido el ponente tomar parte en la discusión por encontrarse enfermo, se conviene en adoptar el siguiente acuerdo:

«La asamblea, en consideración á la ausencia del ponente, y teniendo en cuenta que sus conclusiones exceden los límites del tema propuesto, que se refería esencialmente á las líneas de tracción eléctrica, decide que no há lugar á prolongar la discusión ni á adoptar conclusiones. El tema se reserva para repetirlo en el próximo Congreso.»





## TEMA 4.º

**Estaciones centrales.**

¿Cuál es la composición de vuestra estación central, bajo el punto de vista de los diversos elementos que contribuyen á la producción económica de la energía, y principalmente de la capacidad de la estación, dinamos, máquina de vapor, calderas, aparatos diversos, funcionamiento de la central, etc?

*Ponentes.*—Thonet, Director general de la Sociedad, Contratista general de trabajos de Lieja.

Hoop, Director técnico de la Sociedad de tranvías de Bruselas.

## INFORME

Este tema tuvo origen en el Congreso de Ginebra de 1898, y su objeto principal es el de dar á conocer la manera como cada Sociedad ha llevado á cabo el establecimiento de su central y los resultados obtenidos, según los criterios adoptados. Según esto, las contestaciones obtenidas en número de 16, constituyen trabajos condensados de gran interés, formando en conjunto un índice que señala dónde pueden obtenerse datos precisos sobre el funcionamiento y valor práctico de cualquier máquina ó aparato.

Varias Empresas han creído conveniente tomar la energía eléctrica de centrales ya establecidas para la producción de luz eléctrica, y sus contestaciones resultan incompletas, sin embargo de lo cual algunas de ellas han proporcionado datos interesantes por el doble aprovechamiento de la energía producida.

Se han recopilado las contestaciones bajo siete aspectos distintos.

1.º Capacidad de la central.

Se han obtenido datos que varían desde dos dinamos de 100 kilowatios (uno de reserva), hasta las grandes centrales de Berlín de 13.500 kilowatios en tres instalaciones, y Marsella, de 5.000 kilowatios en una sola. Resulta, en general, que son capaces las centrales de una potencia doble de la necesaria para el máximo servicio. En Ginebra se adoptó el criterio de esta-





blecer como unidad la mitad de la potencia media necesaria, instalando tres de estas unidades para que una quede de reserva en marcha normal. La potencia máxima es comunmente superior en un tercio á la necesaria para el servicio normal, aunque en él algunas redes pueden llegar al doble.

Ciertos tranvías presentan grandes reacciones sucesivas de carga; así los de Bruselas pasan de 600 á 1.700 amperios, y en la línea de San Luis de Marsella, de 100 á 600 amperios.

La proporción de la carga media á la máxima, es, por regla general, de 1 á 1,5, ó 1,7, y rara vez de 1 á 2.

En las centrales importantes pero compuestas de elementos de pequeña potencia, se modifica el número de unidades puestas en marcha, según las variaciones de carga exigidas por el servicio.

### 2.º Dinamos.

Salvo en los dinamos de muy pequeña potencia (menos de 100 kilowatios) se proscribe el uso de correas para transmitir el movimiento, accionándose directamente. Generalmente tiene una excitación Compound; pero en previsión del futuro empleo de una batería de acumuladores, muchas empresas adoptan la excitación Shunt. Las sobrecargas que pueden soportar son, en general, de 25 por 100 durante hora y media, sin que la temperatura exceda de 60° la del ambiente, y á veces resisten el 40 por 100 durante una hora. Es poco frecuente el empleo de baterías de acumuladores en paralelo con los dinamos. Sólo seis Compañías intercalan una batería de acumuladores entre los polos de la dinamo, mas una séptima que se halla obligada á ello, porque las máquinas motrices son de gas pobre. En general, la batería de acumuladores funciona durante toda la duración del servicio, y tiene por objeto reducir las variaciones de la carga y dar un suplemento de potencia á la central.

Pocas centrales generatrices de energía para tranvías la proporcionan también para alumbrado; pero hay algunas que así lo hacen mediante el empleo de transformadores y dinamos especiales.

### 3. Máquinas de vapor.

Suelen ser tipo Compound, salvo en Francia, en que se usan mucho las máquinas Fanot de un solo cilindro, hasta de 1.000 caballos. Las distribuciones son Corliss y Ridier. Se tiende á





máquinas de gran velocidad con acoplamiento directo; 65 á 120 vueltas por minuto en Francia, 90 á 150 en Bélgica y Alemania. Suelen ser horizontales y de condensación por inyección, salvo en Alemania y algunas otras centrales, en que, por falta de espacio, se usan de tipo vertical y condensación por superficie. La presión de admisión es, con las Compound, de 8 á 10 kilogramos, y con las monocilíndricas, de 6 á 7,5 kilogramos.

#### 4.º Calderas.

Las más empleadas son: en Alemania del tipo Gehre de hervideros, Steinmuller, Cornwall y multitubular Babcock & Wilcox; en Francia y Bélgica la caldera semitubular género Piedboeuf, multitubular Babcock & Wilcox y Denayer. Están timbradas á 10 y 11 atmósferas para la Gehre, siete á ocho para las semitubulares y ocho á nueve para las Babcock & Wilcox. La superficie de calefacción varía de 150 á 250 metros cuadrados, y la de parrilla de 2,5 á 6,0 metros cuadrados por caldera. A causa del aumento en la potencia de las máquinas de vapor se tiende á los tipos semi y multitubulares. Las semitubulares tienen preferencia en muchos casos para disminuir la conservación de los tubos. Suele haber, como reserva, un tercio del número del calderas necesario para el máximo servicio.

Pocas Compañías emplean aparatos especiales. La Compañía general Francesa de Tranvías de Nancy usa el *aparato Dubiau*, que incrementa la vaporización por unidad de superficie en un tiempo dado, aumenta el rendimiento en vapor por kilogramo de carbón, y además, por la circulación rápida del agua, se asegura una mayor duración y se opone al depósito de materias incrustantes. Los ensayos hechos en Marsella, París, Nancy, Burdeos, Berlín, Milán, etc., han dado de 15 á 50 por 100 en la economía de combustible.

Por regla general, no se emplean los *cargadores automáticos*; sin embargo, en el Havre se usa el sistema Godillot.

Tampoco son frecuentes los *fumivoros*. En Marsella dan buenos resultados los de la Sociedad Alsaciana de Mulhouse.

Las chimeneas suelen exceder de 40 metros de altura, con diámetros interiores de tres y dos metros en la base y en lo alto respectivamente. En Marsella tiene 60 metros de alto y 3,10 de diámetro en la terminación.

En Orleans se ha establecido una interesante fábrica de gas





pobre para los tranvías eléctricos, como instalación más económica, dada la poca importancia del servicio de aquella línea, tomando como ejemplo los de Lausana, cuyo rendimiento es muy económico y su funcionamiento perfectamente regular. Los motores son de gas pobre de 150 caballos de la casa Crossley, de Manchester, y en número de dos; los gasógenos del sistema Fichet y Heurtey, de París; los dinamos se accionan directamente por medio de juntas Raffard, y son de 110 kilowatios. El consumo de los gasógenos y de los motores de gas, ha sido, con marcha industrial durante un año, de 750 gramos de carbón de antracita lavado por kilowatio-hora, comprendiendo el alumbrado de la fábrica, y de 450 por coche-kilómetro, ó sean 600 gramos de carbón por caballo-hora efectivo. Como se ve, es un consumo excesivamente pequeño y muy económico.

5.º Aparatos diversos.

a) Para elevar la temperatura del agua de alimentación.—Por regla general, el agua sólo se calienta con el escape del vapor de las bombas de alimentación, lo que produce un aumento de unos 45 grados centígrados. Una sola explotación no hace uso de la condensación y calienta el agua con el vapor de escape de las máquinas. En otras tres (Halle, Marsella y Neuilly) se calienta con los gases que salen de los hogares de las calderas, llegándose á elevar la temperatura en 75 grados, es decir, que conviene el uso de los *economizadores* género Green.

b) Para sobrecalentar el vapor.—Cuatro explotaciones emplean este procedimiento. Suelen colocarse los aparatos en el interior de las calderas, y se alcanza un aumento de 40 á 115 grados, aunque parece ser necesario acercarse á este límite para llegar al máximo de beneficio. Sólo una Compañía ha dicho la economía que con este método se obtiene, siendo la cifra de 3 por 100, que parece ser muy inferior á lo que debería esperarse.

c) Para refrigerar el agua de condensación.—Estos aparatos, que deben figurar siempre que el agua escasee, pueden clasificarse en dos categorías: los de torre, que se elevan á gran altura y ocupan poco espacio; y los que se basan en la pulverización del agua en la atmósfera, los cuales ocupan mucho sitio.

d) Para purificar el agua de alimentación.—Es indispensable su empleo cuando el agua llega á 20 grados hidrotimétricos





para evitar la incrustación y corrosión de las calderas. Un buen aparato de esta clase debe ser automático y debe rebajar el agua á 6 grados. Sólo dos empresas los emplean, que son: Havre y Marsella.

6.º Funcionamiento de la central.

a) Consumo de combustible.—De los datos recogidos no pueden deducirse conclusiones, pues el combustible varía según las localidades, y así se ve que muchas instalaciones emplean el lignito y otras el petróleo bruto. Acudiendo al poder calorífico del combustible, encontramos que los resultados más favorables, según la vaporización, se obtienen con las calderas de hogar interior, tipo que, á pesar de su superioridad, está muy poco generalizado para la tracción eléctrica, debido seguramente al mucho espacio que necesitan, y quizás á que la vaporización es menos activa que en las tubulares, y por tanto menos aptas para seguir las variaciones de la carga. En Hannover y Neuilly, que poseen tales calderas, llega la vaporización á 18 y 24 kilos por metro cuadrado de superficie de caldeo.

b) Consumo de vapor.—Según los datos suministrados, varía de 5,72 á 8,67 kilogramos por caballo indicado. Las instalaciones que hacen uso del sobrecalentamiento, se hallan entre las de mayor consumo, lo que hace pensar en la conveniencia del procedimiento. La economía en el consumo parece resultar principalmente de la construcción y del modo de distribución del vapor.

Las máquinas con válvulas tipo Corliss, son más económicas que las de corredera. En el Havre y Nancy se obtienen resultados muy interesantes con máquinas monocilíndricas, en las que el gasto de vapor sólo llega á 6,25 y 6,90 kilogramos por caballo indicado.

c) Consumo de aceites y grasas.—Los datos son variados en extremo, encontrándose diferencia de 1 á 8 para los aceites de los cilindros y de 1 á 20 para los de movimientos, lo que hace sospechar que no se ha estudiado bien el asunto. Se llama la atención sobre los beneficios del turbinado por medio de la fuerza centrífuga sobre los algodones ya usados en la limpieza, pues en Bruselas se recogen cada dos días 60 kilogramos de algodones que parecen inservibles y que producen 30 kilos de aceite y otros 30 de algodones relativamente limpios.





### 7.º Gastos de explotación.

No pueden deducirse resultados generales, pues el precio del combustible y el de la mano de obra constituyen las causas más importantes de las divergencias de los precios obtenidos. También la importancia de las instalaciones influye en los precios por unidad.

La instalación de gas pobre de Orleans consume muy poco relativamente, como ya se ha dicho, y en cambio otro que quema petróleo bruto alcanza una cifra muy elevada. Ciertas instalaciones poco cargadas y sujetas á variaciones considerables de la carga á causa del pequeño número de coches en servicio, deben tener gran interés en establecer una batería reguladora que reduce considerablemente los gastos de producción de fuerza.

En resumen, se llega á las conclusiones siguientes:

«En las grandes instalaciones es necesario adoptar máquinas de vapor Compound con acoplamiento directo y con condensación.»

«En las instalaciones de mediana importancia es conveniente instalar una batería de acumuladores como reguladora.»

«En las pequeñas instalaciones, si el combustible es caro, el empleo de gasógenos y motores de gas pobre da muy buenos resultados.»

### *Discusión.*

De plano fué aceptada una ampliación propuesta por Monmerqué, Ingeniero Jefe de la Compañía general de Omnibus de París, en el sentido de que en las grandes instalaciones se haga uso de máquinas de vapor Compound *de triple expansión*, en vista de que la experiencia enseña que proporcionan una notable economía, además de que con corrientes alternativas facilitan el acoplamiento de los alternadores en paralelo.

Baumgardt, Ingeniero de la casa Lahmeyer, de Francfort sur Mein, cree que las baterías reguladoras deben establecerse, no sólo en las instalaciones de importancia media, sino también en las grandes centrales, fundándose en que en Alemania y América así se hace por algunas grandes empresas con excelente resultado. A esto replica el ponente que se carece de la ex-





perencia suficiente respecto á dichas baterías de acumuladores para recomendarlas en las grandes instalaciones, aparte de que en estas redes importantes el equilibrio se establece por el mismo número de coches en servicio y se hace menos necesaria la regulación por medio de la batería. En las instalaciones medias es necesario su empleo, mientras que en las grandes no lo es, y además la instalación de baterías potentes, en relación con la importancia de la central, es sumamente cara, no sólo en su establecimiento, sino también en su conservación.

Como resultados de la discusión, se amplía la primera conclusión en los términos: «En las grandes instalaciones es necesario adoptar máquinas de vapor Compound, ó de triple expansión, con acoplamiento directo y con condensación», quedando lo mismo las dos siguientes.









## TEMA 5.º

**Sistemas de distribución de la energía eléctrica.**

**Tema:** Para las grandes redes de tranvías, con líneas suburbanas, susceptibles de extensión a gran distancia, ¿cuál es el mejor sistema de distribución de corriente: continua, alternativa, polifásica, etc.?

**Ponente.**—Van Vloten, Ingeniero electricista de Bruselas.

## INFORME

El tema se considera demasiado general, por lo que es difícil contestar de una manera detallada. Influyen en la resolución del problema varias circunstancias: longitud de la red suburbana, intensidad del servicio, perfil de la línea, posición de la central, condiciones administrativas impuestas por las autoridades centrales ó locales, posibilidad de aprovechar fuerzas naturales, coste de la mano de obra y otras muchas que pesan más ó menos en cada caso particular.

Puede admitirse, como regla general, que es ventajoso el establecimiento de grandes instalaciones capaces de alimentar toda la red; urbana y suburbana. De esta manera, con grandes unidades, la reserva es menor, el personal más reducido y la vigilancia más fácil.

Para el estudio del tema propuesto divide el trabajo en tres grandes secciones, según los sistemas de distribución empleados ó propuestos hasta el día, y cada una de estas secciones en grupos de procedimientos afines.

A Distribuciones en que se emplean corrientes continuas.

1.º Distribución ordinaria á 550 ó 600 voltios con fiders y conductores de vuelta; estación central única.

Es la más adoptada para instalaciones urbanas, pero tiene el inconveniente de no poder alimentar líneas suburbanas que se separan mucho de la central, porque la tensión relativamente débil obliga á secciones exageradas para los conductores de alimentación y retorno.

Puede aplicarse á líneas que lleguen hasta 8 ó 10 kilómè-





tros de la central, y dentro de estos límites tiene varias ventajas. Estas son: central única, pocas reservas, grandes unidades, vigilancia fácil, precio bajo del kilowatio-hora, seguridad en el servicio, motores de corriente continua perfectamente aptos para la tracción, ausencia de peligro para la vida de las personas. Los inconvenientes son: aumento rápido del coste de la distribución con la distancia, pérdidas de carga importante, trastornos por electrolisis. Estos inconvenientes se disminuyen bastante con el empleo de baterías reguladoras colocadas en las líneas suburbanas.

2.º La misma distribución, pero con dos ó más centrales.

Con este sistema es teóricamente posible doblar, triplicar ó más la longitud de la distribución según el número de centrales, dividiendo la red en secciones, que se alimentan por una central especial para cada una. Se consigue así una importante reducción en los cables de alimentación y retorno, disminución de las pérdidas de carga y de los peligros de electrolisis y de perturbaciones; pero, por el contrario, la multiplicidad de los centros de producción de la energía origina los siguientes inconvenientes: mayor coste de las instalaciones, necesidad de mayores reservas, vigilancia menos fácil, variaciones más importantes en cada central por no compensarse las fluctuaciones. Estos últimos inconvenientes se suprimen con las baterías reguladoras.

Fácilmente se deduce que este sistema sólo tiene racional aplicación cuando se dispone de varios saltos de agua á lo largo de la línea y á poca distancia de ésta.

3.º La misma distribución del primer caso, pero compensando en parte las pérdidas de fiders y retornos con el empleo de modificadores del voltaje (*survolteurs* y *sousvolteurs*).

Este sistema permite alimentar sin grandes pérdidas de cargalíneas, que llegan hasta 15 ó 16 kilómetros de la central, elevando el voltaje de la conducción principal, para llegar á la extremidad de la línea, con una tensión más elevada que permite á los motores una marcha más conveniente.

Así se consigue la ventaja de la central única, con la disminución del cobre de la distribución, pero con los inconvenientes del precio del kilowatio-hora, más elevado que en el primer caso y mayor complicación en el sistema.





Por regla general, este sistema presenta condiciones semejantes á las de una distribución con corrientes polifásicas con subestaciones de transformación.

4.º Distribución con tres hilos, haciendo los carriles de conductor neutro (550 á 600 voltios sobre cada puente).

De este modo pueden explotarse líneas que se alejen hasta 20 y 22 kilómetros de la central, aprovechando las ventajas económicas de la distribución con tres hilos, que además en este caso llegan al máximo, porque el tercer conductor no cuesta nada por ser la misma vía. A pesar de ello se usa muy poco por presentar el inconveniente casi prohibitivo de no poderse igualar las cargas entre los dos pares de conductores, en especial en el caso de vía única, caso el más frecuente en líneas suburbanas. Por otra parte, la construcción de los cruzamientos, cambios, seccionamiento de la línea, etc., dan lugar á muchas dificultades á causa de las polaridades diferentes de los hilos de trabajo, más la gran complicación que se origina en la central. Esta se disminuye en parte con las baterías reguladoras.

Las ventajas son: menor peso del cobre, estación central única, posibilidad de extensión de la zona de acción sin cambios en las unidades, posibilidad de aprovechar la instalación para alimentar una red extensa de alumbrado, precio bajo del kilowatio-hora, supresión de los peligros de electrolisis y de perturbaciones.

5.º Distribución á alta tensión con estaciones secundarias que reducen el voltaje á 550 ó 600 voltios.

a) Sistema ordinario.—Se emplea muy poco, á causa de que los dinamos, lo mismo que los motores de corriente continua, no se adaptan también á las altas tensiones como los alternadores y motores polifásicos; el aislamiento es difícil, las averías son de temer, y el rendimiento es inferior al de los alternadores y motores sincrónicos. Además, á pesar de las ventajas económicas de las altas tensiones, las líneas de transporte de la energía son tanto más caras cuanto más alta es la tensión. Está comprobado también que el aislamiento de los cables es más difícil de obtener á igualdad de tensión con la corriente continua que con la alternativa.

En estas condiciones fácilmente se comprende que este sis-





tema no presenta ninguna ventaja sobre la distribución con corrientes polifásicas, con transformadores rotatorios que produzca la corriente continua.

7) Distribución en serie (sistema Thury).—Puede convenir para distancias largas, de 30 ó 40 kilómetros, y á veces más, habiéndose empleado con éxito en Génova, Ikervar y otras. Consiste en montar en serie varios dinamos de corriente continua de intensidad constante, para lanzar una corriente de 3, 4 ó 5.000 voltios, que llega á una serie de motores también montados en tensión que utilizan la energía con potencial variable, según la potencia á proporcionar. Este sistema suele completarse con baterías reguladoras en las estaciones de utilización.

Sus ventajas son: poco peso de cobre en las líneas de transporte, transmisión económica, facilidad de intercalar en un mismo circuito varias fuerzas naturales, independientes y separadas, de la misma manera que muchas estaciones receptoras pueden servir para tracción eléctrica, alumbrado ó distribución de energía. Bajo el punto de vista especial de la tracción permite reducir las pérdidas de carga en el circuito de vuelta, y el funcionamiento de los motores es independiente de las pérdidas en el circuito, y del sitio de éste en que se encuentran. Por otra parte, los inconvenientes son: perturbaciones generales en todo el circuito, por una avería en las máquinas ó en la línea de transporte, necesidad de poner en marcha el mismo número de máquinas para cualquier intensidad de servicio, dificultad en el aislamiento y pérdida ohmica de la línea constante con las variaciones de carga.

Según esto, se trata de un sistema sólo conveniente en el caso de utilizar una fuerza natural separada de la red, y aun en estas condiciones es preferible destinarlo al alumbrado antes que á la tracción de tranvías.

#### 6.º Tracción por acumuladores.

a) Sistema ordinario.—Conviene para líneas poco accidentadas á la vez que de poco tráfico. Reuniéndose estas dos condiciones presenta las ventajas siguientes: gran economía de instalación (en especial para largos recorridos), reducción de la potencia de las generatrices ó instalaciones fijas, ausencia completa de perturbaciones y electrolisis, independencia de los carruajes, aumento de la adherencia, ausencia de peligros





para los agentes y para el público, facultad de marchar por cualquier vía en los recorridos urbanos. Sus inconvenientes son: mayor peso del carruaje, y, por tanto, gasto inútil de energía y mayor fatiga para la vía, seguridad en la explotación, tanto menor cuanto mayor es el número de carruajes, deterioro de los coches por el ácido, emanaciones desagradables para el viajero, difícil conservación y vigilancia, precio elevado del kilowatio-hora en las terminales de los motores, radio de acción de 15 á 20 kilómetros, á menos de aumentar las estaciones carga.

b/ Sistema mixto de trole y acumuladores.—Permite explotar líneas de 15 á 20 kilómetros, según la distancia á que se encuentre la distribución de corriente. El procedimiento no presenta ventajas sobre el precedente, pudiendo decirse que con este sistema los acumuladores están peor cuidados y sujetos á mayor deterioro, puesto que permanecen en el carruaje durante la carga, y, por tanto, no pueden revisarse con facilidad.

B. Distribuciones en que se emplean corrientes polifásicas.

Las corrientes alternativas monofásicas no son prácticas, porque los motores asincrónicos monofásicos no arrancan con carga porque exigen un peso excesivo de cobre y por su menor rendimiento. Tampoco lo son las bifásicas porque los motores necesitan cuatro conductores para la transmisión de la energía. Sólo quedan por estudiar las corrientes y motores trifásicos, los cuales tienen un momento motor más constante que los bifásicos.

Los motores alimentados por corrientes trifásicas presentan las ventajas de producir un gran esfuerzo de tracción en el arranque, tener un rendimiento elevado y una velocidad constante para cualquier carga (ó pendiente de perfil) y facultad de restituir una parte de la energía consumida en las bajadas por el enfrenado. Así como los motores de corriente continua tienden á sostener automáticamente un trabajo constante, los motores trifásicos tienden á conservar constante la velocidad. Estos últimos, por tanto, producen un trabajo mucho mayor en las subidas, para lo cual conviene, en casos iguales, que sean más robustos y pesados que los de corriente continua. También tienen la ventaja de la supresión del colector, gran sencillez de construcción y posibilidad de construirlos para ser alimentados á altas tensiones como son de 1.000 á 4.000 voltios.





De los ensayos comparativos que se han hecho con unos y con otros, parece resultar que los de corriente continua se adaptan mejor á las necesidades de la tracción eléctrica, á menos de que el perfil sea muy constante.

Dentro de esta clase de distribución pueden considerarse dos grupos:

1.º Sistemas en los que los motores de los carruajes están alimentados directamente con el potencial de la línea de distribución.

Es poco empleado por las siguientes razones: necesidad de dos hilos de trabajo por lo menos; dificultad de aislamiento de estos hilos, principalmente en los cruzamientos y cambios; complicaciones y mal aspecto de la línea aérea; poca seguridad en la explotación; accidentes graves, en especial en las poblaciones, por rupturas ó contactos fortuitos; grandes perturbaciones en las líneas telegráficas y telefónicas. Las ventajas son: economía en la distribución, sobre todo en líneas largas; no da lugar á fenómenos de electrolisis (aunque esto es poco interesante desde el momento que por sus peligros no debe establecerse en poblados), facilidad de aprovechar fuerzas naturales distantes; no exige más que una sola central.

2.º Sistemas en los que la energía se transforma, elevándose su voltaje para el transporte, y rebajándolo luego para su utilización en la línea de trabajo y en los motores.

A causa de que sólo en la línea de transporte existen las tensiones altas, y que la tensión es mucho menor en la línea de trabajo, las dificultades é inconvenientes antes vistos se disminuyen en extremo, sobre todo en lo que se refiere á los peligros para el público y los agentes, teniéndose también la ventaja de la economía á causa del menor peso de los conductores por el alto voltaje en las líneas de distribución. El rendimiento es, sin embargo, menor por la doble transformación, aunque una de éstas puede desaparecer empleando generatrices de alto voltaje. Los transformadores estáticos no exigen vigilancia y las estaciones secundarias no aumentan sensiblemente el precio del kilowatio-hora útil.

Este sistema puede emplearse cuando la estación generatriz se halle muy separada de la línea ó cuando la red es muy larga ó muy cargada.





C. Distribuciones en las que se emplean corrientes continuas y polifásicas, á la vez.

Los sistemas de esta clase tratan de aprovechar las ventajas de las corrientes trifásicas de alta tensión en la parte correspondiente al transporte de la energía á sitios lejanos, transformándola luego en continua para la línea de trabajo, utilizando así las facilidades que dan esta clase de corrientes, por su sencilla construcción, ausencia de peligros y posibilidad de establecer baterías reguladoras.

Excusado es decir que el rendimiento general resulta menor por la transformación sufrida; que el peso del cobre en las líneas de trabajo es mayor por la baja tensión; que las estaciones de transformación con generatrices de corriente continua, lo mismo que los convertidores rotatorios, exigen una gran vigilancia que aumenta en definitiva el precio del kilowatio-hora útil.

También es de notar que la suma de unidades empleadas en las diversas estaciones de transformación, representa, sin contar las reservas, una potencia muy sensiblemente superior á la de las unidades de la estación generatriz para tener en cuenta las rápidas variaciones del servicio.

Como la producción de la energía puede hacerse á gran distancia de su aprovechamiento, este sistema permite la utilización de fuerzas naturales lejanas, y ser aplicado á redes urbanas y suburbanas á la vez, con un solo tipo de motores.

Entre los sistemas de esta clase pueden citarse los que siguen:

- 1.º Transmisión con alternadores y motores sincrónicos de alta tensión y generatrices de corriente continua.

- 2.º Transmisión con corrientes trifásicas con alternadores y motores sincrónicos de baja tensión, transformadores que suban y bajen la tensión, y generadores de corriente continua.

- 3.º Transmisión con corrientes trifásicas con alternadores de alta tensión, motores sincrónicos de baja, transformadores en las estaciones receptoras y generatrices de corriente continua.

- 4.º Transmisión con alternadores trifásicos de baja tensión, transformadores estáticos para subir y bajar la tensión y convertidores rotatorios.





5.º Transmisión con alternadores trifásicos de alta tensión, transformadores estáticos para bajarlas y convertidores rotatorios.

Todo lo dicho para esta clase tiene aplicación directa para cualquiera de estos grupos, sin que haya ventajas ó inconvenientes marcadamente característicos de cada uno de ellos; puede decirse, sin embargo, que los dos últimos tienen un rendimiento total algo menor por las transformaciones de corrientes suplementarias hechas con los aparatos estáticos; pero gracias al alto voltaje empleado para el transporte de la energía, tienen mejor aplicación que los primeros en las líneas muy extensas ó muy distantes del aprovechamiento hidráulico empleado.

Como curiosidad se acompañan los rendimientos que, según la Sociedad general Francesa de Tranvías, deben admitirse para aparatos y sistemas de esta clase:

Generador trifásico de baja tensión y gran potencia.. . . . .	95,5 por 100.
Idem id. de alta tensión. . . . .	95
Transformador elevador de tensión, de gran potencia.. . . . .	97,5
Generadores de corriente continua y alto potencial. . . . .	92
Motores de corriente continua y alto potencial.. . . .	90
Transformadores reductores de tensión. . . . .	97
Motores sincrónicos de baja tensión. . . . .	95
Idem id. de alta tensión. . . . .	94
Generadores de corriente continua á 125 voltios. . . . .	92
Convertidores rotatorios. . . . .	93,5

Suponiendo una pérdida de 10 por 100 en la línea, se obtienen los rendimientos definitivos siguientes para los cinco sistemas de la clase C, comparados con la transmisión ordinaria con corriente continua:

Transmisión ordinaria con corriente continua. . . . .	69,3 por 100.
Idem tipo 1.º . . . . .	74,9
Idem tipo 2.º . . . . .	71
Idem tipo 3.º . . . . .	72,6
Idem tipo 4.º . . . . .	76,2
Idem tipo 5.º . . . . .	77,7





Aunque estas cifras no son más que aproximadas, dan una idea clara comparativa de los cinco grupos.

Dada la forma general del tema estudiado, no es posible formular conclusiones precisas, sin embargo de lo cual se propone la aceptación de las que siguen:

1.º Cuando la línea se extiende á 8 ó 10 kilómetros de la central, y el servicio no es muy intenso, puede darse la preferencia en general á la distribución ordinaria por corrientes continuas, con ó sin batería de regulación.

2.º Cuando la línea se aleja en las mismas condiciones á 15 ó 16 kilómetros, la distribución por corriente continua con central única, elevadores de voltaje y eventualmente reductores de voltaje y baterías reguladoras, presenta ventajas.

3.º En ciertos casos muy especiales, como se ha dicho en el dictamen, debe darse la preferencia á la tracción por acumuladores cuando la longitud de la línea no pasa de 15 á 20 kilómetros.

4.º La distribución por corriente continua, llamada en serie, puede aplicarse á líneas todavía más largas, sobre todo cuando se presenta el caso de poder utilizar saltos de agua lejanos; pero esta disposición ofrece siempre, bajo el punto de vista de la tracción, el defecto inherente á los sistemas en serie (perturbaciones que afectan al conjunto de la explotación), por lo que no debe aconsejarse cuando la intensidad del servicio es muy variable.

5.º Por estas razones, la distribución por corrientes polifásicas con estaciones de transformación en corriente continua para alimentar las líneas de trabajo, conviene más, principalmente cuando el servicio es intenso y variable, los trenes pesados y la línea larga (20 á 30 kilómetros), presentando también la ventaja de poder utilizar los saltos de agua.

6.º La distribución directa por corrientes polifásicas con motores de campo giratorio en los carruajes, no parece adaptarse bien, en estas mismas condiciones de línea y tráfico, como no sea en los ferrocarriles propiamente dichos, independientes de las explotaciones de tranvías urbanos, y construídos con explotación propia.





*Discusión.*

Monmerqué pide que se modifique la conclusión 3.<sup>a</sup>, en atención á que el empleo de los acumuladores para el arrastre de los tranvías no puede ser considerado como un caso de distribución de energía, sino un sistema de tracción eléctrica; por lo que, en relación con el tema que se discute, sobra dicho párrafo y debe suprimirse en absoluto.

También propone que en la conclusión 5.<sup>a</sup> se diga distribución por corrientes *trifásicas* en lugar de por corrientes *polifásicas*, para dar más precisión.

Lo primero es aceptado por el ponente, pero no así la modificación del párrafo quinto.





## TEMA 6.º

## Junta Falk

Tema: ¿Ha hecho usted uso de la junta Falk y con qué resultados?

¿En qué épocas ha aplicado usted este sistema á sus vías?

¿A qué longitud y tipo de vía se ha aplicado esta junta?

¿Qué consideraciones técnicas han recomendado su adopción?

Digase claramente si se ha aplicado este sistema á vías nuevas ó á vías ya existentes, para evitar la renovación.

¿Qué consideraciones financieras han justificado el considerable gasto que ocasiona la aplicación de este procedimiento?

¿Cuál es el coste de cada junta: según los trabajos de adoquinado y excavación, limpieza de las juntas, mano de obra de la còlada, coste de la fundición líquida, derechos por privilegio y gastos diversos?

¿Qué importancia tiene el material necesario para ejecutar 50 juntas por día, su coste y cantidad?

¿Qué proporción en juntas defectuosas ó en carriles rotos se han encontrado?

¿A qué causas se atribuye esta rotura?

¿Se ha observado si los casos de rotura varían con las estaciones?

¿Después de cuánto tiempo se han producido estos accidentes?

¿Qué longitud de carril continuo ha podido establecerse sin adoptar disposiciones especiales para la dilatación?

¿Se conservan las conexiones eléctricas especiales, además de la junta Falk?

¿Hay otras observaciones que formular sobre este sistema?

*Ponente.*—Fischer-Dick, de la Dirección de la Gran Sociedad de Tranvías de Berlín.

## INFORME

Sólo dos Sociedades han contestado al tema anterior: la Gran Sociedad de Tranvías de Berlín, y la Compañía general Francesa de Tranvías de París. Diez empresas han dicho que no han hecho uso todavía de tal sistema en sus líneas, y otra, la de los Tranvías de Bruselas, ha puesto á disposición del ponente las contestaciones á un cuestionario que había dirigido á cuatro empresas de Tranvías americanos y á otras cuatro francesas.

Se recuerdan los esfuerzos hechos por los Ingenieros de tranvías, principalmente en los últimos quince años, para dar á las juntas la mayor resistencia posible por medio de un robusto embreado, llegándose, principalmente en Alemania, á la supre-





sión de la junta plana y su sustitución por un enlace á medio carril. En América se ha tendido especialmente á suprimir en absoluto las juntas, siendo en aquel país en donde por vez primera se han soldado las juntas por medio de la electricidad.

El privilegio Falk, de origen americano, se empleó por primera vez en 1894 por la *Citizens Railway Company*, que desde esta época hasta 1899 lo ha extendido á los 40 kilómetros de sus líneas. En Europa se ha inaugurado este procedimiento en Lyon, en 1896.

Las consideraciones técnicas y financieras que han inducido á las empresas á emplear este sistema de juntas, son siempre las mismas: obtener filas de carriles con el menor número de soluciones posibles en su continuidad, prolongar sensiblemente la duración de la vía y reducir los gastos de conservación.

El precio de una junta completamente terminada cambia de unas á otras líneas, según el perfil del carril, que hace variar el volumen de la fundición, y así resulta que es más barato para el tipo Marsillon (Lyon) que para el Fenix (Berlín). En el Havre ha costado 20,30 francos, en Lyon 20,10, en Marsella 16,50, en Berlín 25 marcos, teniendo presente que en estas cifras no se incluye el derecho de privilegio ni la parte correspondiente al adoquinado, asfaltado, etc. Sólo una Compañía americana ha dicho que le ha resultado á dos dollars cada junta, sin contar los mismos elementos que tampoco antes se han tenido en cuenta.

Al contestar á las indicaciones relativas al material necesario para hacer 50 juntas diarias, unas Compañías han detallado toda la instalación, y otras sólo dicen la cantidad de fundición necesaria para una junta. En Lyon se ha trabajado con 25 moldes y 25 prensas, que representan un valor de 2.075 francos, sin contar el cubilote; en el Havre se han utilizado 30 moldes y 60 ajustadores, ejecutándose 100 bloques por noche y habiendo costado 18.500 francos los materiales y aparatos; en Marsella costaron 17.000 francos el juego de 60 moldes con sus accesorios; en Chicago se han fabricado 150 juntas por noche con carriles de 4,50 metros, 90 juntas con carriles de 7 metros y 85 para los de 9 metros, empleando un cubilote, dos carruajes para los trabajos, seis caballos y 35 obreros, exigiendo día y medio de trabajo levantar los adoquines, la limpieza de los carri-





les, la colada y la reposición del adoquinado. Para juntas de 6 pulgadas en América se suelen emplear 65 kilogramos de fundición y 70 para los de 7 pulgadas. El cubilote puede contener metal para 100 ó 120 juntas. En Berlín 50 juntas de 75 kilogramos han costado 400 marcos.

La proporción de las roturas es muy pequeña con relación al número de juntas ejecutadas. La *Citizens Railway Company*, acusa un 1 por 100 de roturas; la *Chicago City Company*, 0,25; la *Iwin Rapid Transit Company*, ninguna en el asfalto y 5 por 100 en el macadam y adoquinado; la *Memphis St Ry Co*, y en Lyon, 0,5 por 100; en el Havre, 4 roturas en 3.800 juntas; en Marsella, 0,4 por 100; en París, la Thomson Houston, 2 roturas por 2.600 juntas, y en Berlín, 1,25 por 100.

En Berlín se emplean las juntas fundidas en toda la longitud de la línea; pero otras veces se intercalan juntas ordinarias; en América se han colocado éstas cada 1.000 pies (300 m.), y la Compañía general Francesa cada 250 metros.

La causa de las roturas de las juntas debe atribuirse á falta de limpieza en los carriles, y las grietas en éstos á la contracción que sufre la vía después de la colada, acentuándose esto en invierno. En Berlín se han medido acortamientos de 35 á 50 milímetros en trozos de 100 metros. Las grietas suelen presentarse poco después de la colada, apareciendo otras nuevas con los primeros fríos. En Berlín sólo se ha observado un caso de rotura en las calles asfaltadas.

Con el empleo de la junta Falk se han suprimido las uniones eléctricas de cobre en París, Lyon, Niza, Berlín y en América; conservándose, sin embargo, en el Havre, Marsella y Ruen. En Marsella es donde se han hecho ensayos sobre la conductibilidad de las líneas con juntas fundidas; ha dado resultados distintos según que la unión del bloque de fundición con las extremidades de los carriles era más ó menos íntima, siendo de gran interés la mayor limpieza de los carriles.

Bajo el punto de vista de la solidez y estabilidad de las juntas, es de una importancia considerable la aplicación del sistema Falk; tanto es así, que vías ya antiguas que no presentaban solidez suficiente para la tracción eléctrica, se han puesto en condiciones de servir todavía durante largos años. En las vías nuevas la junta Falk suprime el ruido por el paso sobre las jun-





tas, y permite con seguridad esperar una duración incomparablemente mayor que la que se obtiene con las otras juntas empleadas en la actualidad.

En América este sistema se ha hecho casi general, pudiendo decirse que sólo la soldadura eléctrica compite allí con la junta Falk.

Recientemente se han hecho ensayos de soldadura de carriles por el procedimiento Goldschimid (aluminotermia), en la línea de Essen y en la Brunswich, y más tarde en los tranvías de Berlín.

En esta población ha dado buenos resultados el sistema Falk, excepto en una línea provista de carriles Fenix, con juntas oblicuas, que ofreció dificultades especiales para la aplicación del procedimiento, habiendo tenido que hacerse una renovación al cabo de dos años. Después de repetidos experimentos hechos en América se ha logrado evitar el levantamiento de los extremos de los carriles después de la colada, fenómeno que constituía un grave obstáculo para la marcha rápida de los carruajes.

Un hecho interesante constituye el acortamiento de las filas de carriles después de la colada, y cuya explicación todavía se desconoce, siendo de tal importancia esta fuerza de contracción, que aun con los grandes calores y en pleno sol no se nota dilatación de la vía. Esta contracción puede reducirse en parte cuando se construyen nuevas líneas; pero no es esto posible si se trata de aplicar esta junta á líneas antiguas.

Se ha notado por el ponente que en los sitios de las roturas se produce una nueva contracción con los cambios de temperatura, por lo que aconseja no emplear las bridas ordinarias. En Berlín los trozos de carriles intercalados en las roturas y enlazados con bridas comunes, han tenido que ser sustituidos poco tiempo después con pedazos algo más largos por haberse manifestado una contracción.

Una ventaja de la junta Falk sobre la soldadura consiste en que no se calienta tanto la cabeza del carril, lo que puede ejercer influencia perjudicial en la naturaleza del metal, pues la temperatura mayor la sufre la base y el alma de aquél. La desventaja aparece al tener que ejecutar un pequeño número de juntas por no poder utilizarse completamente la cantidad de metal que cabe en el cubilote.





Bajo el punto de vista de la conservación de la vía, la junta Falk tiene una importancia financiera grande, porque evita el gran desgaste de los extremos de los carriles, que tiene lugar aun con los mejores sistemas actuales.

El ponente acaba con las siguientes palabras: «La junta fundida constituye un enorme progreso, y no dudamos que la aplicación de este sistema se extenderá cada vez más.»

No hubo discusión sobre este tema.









## TEMA 7.º

**Acumuladores.**

Tema: ¿Qué progresos se han realizado con respecto a la tracción por acumuladores

- a) Bajo el punto de vista de la construcción, capacidad y reducción de su peso;
- b) Bajo el punto de vista de la duración y coste de conservación de estos aparatos;
- c) Bajo el punto de vista de su aplicación económica y práctica á la tracción de los tranvías?

*Ponentes:* Broca, Director de la Compañía de Tranvías de París y del departamento del Sena; Johannet, Ingeniero de la Compañía general de Tracción, de París.

## INFORME

Los ponentes se lamentan de no haber recibido contestaciones precisas á los puntos del tema; pero gracias á lo dicho en el Congreso de Ginebra de 1898, á notas comunicadas desde diversos sitios y á los datos recogidos personalmente por aquéllos, han podido redactar el trabajo presentado.

En el citado Congreso sólo Krueger defendió el sistema de acumuladores, mientras que por todas partes salieron enemigos de este medio de tracción, como fueron Soberski, d'Hoop, Claus y Thonet, que colocaron la cuestión en su verdadero terreno, puesto que no debe esperarse de este ingrato sistema que dé siempre los buenos resultados de Hannover y algún otro caso especial.

Dicen los ponentes que la tracción por acumuladores es á la tracción por trole, como la de un camión tirado por caballos es á una victoria de lujo. Los caballos son de la misma especie, pero no lo son de la misma raza, exigiendo, por lo tanto, diferentes cuidados que dan lugar á que los gastos de conservación no sean comparables.

La tracción por acumuladores no debe ser preferida sobre otra cualquiera, sino en el caso de no poderse emplear el cable aéreo, según ha dicho Clauss, y que, en vista de las circuntan-





cias especiales, pueda presentar ciertas ventajas. Es necesario, ante todo, con el perfil de la línea á la vista, establecer el gasto medio por tonelada-kilómetro, á la vez que la máxima potencia que haya de suministrar la batería con arreglo á las condiciones de la explotación.

Teniendo en cuenta el rendimiento de los motores, que deberá ser lo más elevado posible, y afectando el todo de un coeficiente no menor del 30 por 100 (por detenciones, arranques, mal tiempo, defectos de conservación de la vía y del material), tendremos, con una primera aproximación, una idea de la capacidad necesaria por tonelada de peso con el gasto medio y el máximo. De aquí se deducirá el elemento tipo, y con él, y según el número de pasajeros que debe transportar el carruaje, se adoptará la forma y dimensiones de éste.

Comparando los precios de instalación con los diversos sistemas, se clasifican según el siguiente orden creciente: acumuladores, contactos superficiales, conducto subterráneo. Si se atiende á los gastos de conservación, el orden se invertirá; pero si á éstos se añaden los de amortización é interés que afectan á cada sistema para hacer la verdadera comparación, en ciertos casos la ventaja estará de parte de los acumuladores, á condición de establecer una explotación bien dirigida.

Para esto se consideran necesarias las condiciones siguientes: 1.º Que las Compañías centralicen sus baterías. 2.º Que por sí mismas fabriquen placas robustas. 3.º Que carguen lo más lentamente posible sus baterías. 4.º Que estudien cuidadosamente la colocación de las baterías en los carruajes de la misma manera que su modo de alimentación. 5.º Que disponga convenientemente las cabezas de línea y los depósitos.

Es inútil detallar las ventajas de la primer condición, puesto que se reduce á seguir la ley común de disminuir los gastos generales aumentando las facilidades para la vigilancia.

En la fabricación de placas se llega, en la Compañía á que pertenece el ponente, á conseguirlas á un precio que no alcanza 0,10 francos por encima del corriente del plomo, y aunque quizás no valgan lo que otras baterías más caras, comparativamente con otras, resultan en último término más económicas si todo se tiene en cuenta. No llegan á hacer sino la mitad del recorrido indicado para Hannover, pero se llega con ellas á una explo-





tación industrial que se supone no ha de poder ser superada en baratura.

Desde hace algunos años está en moda la carga rápida de baterías, innovación seductora á primera vista, pero que entraña un profundo error. Todos saben que las baterías se cargan rápidamente aumentando el voltaje durante la carga, pero es á expensas del rendimiento. A esto se debe que en las baterías llamadas de carga rápida, las formaciones Planté resistan mejor que las Faure, porque en las primeras el peróxido no se forma, en cierto modo, sino á medida que cae, mientras que en las segundas la parte total está sometida simultáneamente á esfuerzos mecánicos y electroquímicos que no la dejan, puede decirse, ningún reposo, y llevan más rápidamente la desagregación.

Parece como si la doble transformación de cada vatio-hora de energía mecánica en energía química y de nuevo en energía mecánica, arrastrase con ella un cierto peso de materia al fondo del recipiente, siendo esta precipitación ó arrastre proporcional á la rapidez de transformación que, en este caso, obra como un choque. La calidad de la placa determina, en cada sistema, la cantidad de materia caída por vatio-hora. Deben cargarse lentamente las baterías siempre que esto sea posible, condición que envuelve en sí la de establecer la central en las proximidades de la línea que se explota, lo que no siempre puede cumplirse.

Colocando las baterías debajo de los carruajes, y adoptando métodos hidráulicos para el recambio, se llega en St. Denis á inmovilizar el carruaje durante un tiempo variable de 40 á 80 segundos, pero quedando detenida la batería durante una hora que dura la carga. La carga rápida, tal como de ordinario se entiende, inmovilizaría el carruaje entero de 10 á 15 minutos, lo que resulta más caro en definitiva.

La carga rápida exige, además, un peso mayor de baterías porque se utiliza menos su capacidad, lo que aumenta también los gastos suplementarios, como son: aumento del peso á transportar y del precio del carruaje. En cuanto al mayor desgaste de los carriles, debe fijarse la atención en que los carros, más que los tranvías, son los que estropean la vía.

La mayor parte de los ensayos hechos sobre la más conveniente colocación de las baterías en los carruajes, y su modo





de carga en éstos, no han podido dar resultados completos, sino admisibles hasta cierto punto, á causa de que, por regla general, se ha querido utilizar material existente en lugar de crear tipos apropiados.

Una buena disposición de las cabezas de línea y de los depósitos, permitirá, realizando grandes economías, la fácil visita ó la carga de los acumuladores.

#### Conclusiones:

«De lo dicho anteriormente se deduce que aunque los ponentes no son, en principio, partidarios de la tracción por acumuladores, creen que no deben ser condenados en absoluto en los casos en que, deseando emplear la tracción eléctrica, no puede admitirse el hilo aéreo.

»Es indudable que exigen mucho menos capital que los demás sistemas, que, por otra parte, una fracción importante de dicho capital se recobra bajo forma de plomo viejo, y que no exigiendo ninguna adaptación especial ni las vías ni aun los coches eléctricos, permiten esperar útilmente una solución por otros acumuladores, ó más ligeros que los de plomo (únicos actualmente industriales) ó bien un modo de captación de corriente que el porvenir quizás nos reserve como sorpresa análoga á aquellas á que nos han habituado los recientes descubrimientos de la aplicación de las altas frecuencias.

»Debe, además, tenerse en cuenta la mayor regularidad de marcha de la central, que disminuye verdaderamente los gastos de conservación del material de la estación generatriz.

»También debe apreciarse la facilidad con que puede reemplazarse el material sin exigir una adaptación particular de la vía, y permitiendo una independencia absoluta de los carruajes; también debe considerarse el caso de un tráfico tan pequeño que los acumuladores puedan llegar á ser superiores hasta al mismo trole.

»No deben olvidarse las dificultades que la explotación encontrará con el conducto subterráneo ó los contactos superficiales para la conservación de la vía con disposiciones tan especiales, ó, sencillamente, cuando sea preciso improvisar sobre una línea de dos vías un servicio con vía única, ó establecer una desviación ocasionada por trabajos de viabilidad.

»Nos permitimos, pues, afirmar que por ahora y para París,





en que está prohibido el hilo aéreo, es una solución para la espera, dada la situación especial de la industria de los tranvías en la capital.

»Esperamos para los demás países que el estado de esta industria tan interesante y que tan buenos servicios presta, permitirá á nuestros colegas buscar y encontrar soluciones más prácticas y más económicas.»

Estas eran las conclusiones del dictamen escrito; pero colocados los ponentes bajo el punto de vista especial de París, por carecer de contestaciones á las preguntas del tema; mas no han oído que presentadas á la deliberación del Congreso, sino otras más generales que puedan tener el asentimiento de la mayoría, y son:

«El Congreso de Tranvías, después de conocido el dictamen de los Sres. Broca y Johannet, y de acuerdo con los dictámenes de Pirch y Van Vloten, decide que la aplicación de la tracción con acumuladores, mucho más cara que la tracción con hilo aéreo, no debe ser tomada en cuenta sino en ciertos casos excepcionales.

»En efecto, la tracción eléctrica con hilo aéreo es la sola que produce resultados que permitiendo la regularidad y seguridad de la explotación, al mismo tiempo que el descenso de las tarifas, satisface los legítimos deseos de las poblaciones.»

#### *Discusión.*

Boulvin, Administrador delegado de la Compañía de Tranvías eléctricos de Boulogne sur Mer, reconoce que todas las tentativas hechas en los últimos diez años sobre la tracción por acumuladores han fracasado, y cree además que en el estado actual de dichos aparatos toda explotación en que se adopten debe tener mal éxito. ¿Por qué ha de ser así? Basta examinar lo dicho en el informe sobre la determinación de la capacidad de la batería. Cuando se quiere deducir la potencia de la batería, es preciso partir de la corriente media y añadir un coeficiente de seguridad; pero como la cuestión de los acumuladores depende de una reacción química, y como toda reacción química necesita una cierta superficie y un cierto tiempo, se llega á que una reacción química ha de afectarse de un coeficiente; no se





puede determinar la superficie y el tiempo que una reacción química necesita, partiendo de términos medios, y añadiendo todavía un coeficiente de seguridad absolutamente arbitrario.

Para establecer una batería en buenas condiciones, se basará el cálculo en la corriente máxima que se debe suministrar, como se hace con las baterías fijas, utilizando coeficientes que hoy son perfectamente conocidos. ¿Por qué se contenta el ponente con el 30 por 100? Si se partiera de las condiciones de cálculo para una batería fija, se llegaría á una cuyas dimensiones serían materialmente imposibles para la tracción, si había de reunir además condiciones de durabilidad. Esto obliga, pues, á contentarse con un promedio que se aumente con un coeficiente absolutamente arbitrario.

Al tratar de criticar la cuantía de este coeficiente de 30 por 100 por creerlo á veces de 100 por 100, declara el ponente Johannet que dicho 30 por 100 se aplica después de haber añadido un 50 por 100 por detenciones y arranques, cosa distinta de lo que dice el texto del informe, según hace constar la presidencia.

Sigue Boulvin en el uso de la palabra ocupándose de otro elemento: el mal tiempo que influye sobre el consumo de energía en función, de las circunstancias locales (proximidad al mar, intensidad del viento), especialmente por la nieve, que hace aumentar en proporciones enormes el coeficiente de tracción. Así, pues, la batería que se supone ha podido determinarse de manera que responda perfectamente á las condiciones normales medias de la explotación, no es admisible cuando sobrevenga una nevada, aun de poca importancia. Véase cómo siempre hay que basarse en el máximo de producción de energía.

Otro punto interesante es el relativo al consumo de combustible. Personalmente ha observado que en cualquier circunstancia resulta un gasto de combustible doble que si se tratase de una línea ordinaria de trole, lo que hace subir el precio del coche-kilómetro.

Reconoce que las cinco condiciones indicadas en el dictamen como las mejores para que la empresa obtenga los resultados más ventajosos, son muy justas bajo el punto de vista teórico; pero que no son de aplicación general tal como en la realidad se presentan las explotaciones. Sin duda que hay ventaja en centralizar las baterías; pero ¿puede esto conseguirse? Sí,





cuando se puede centralizar la estación generatriz, y esto se obtiene en el caso de una línea que presente un centro de simetría para colocar dicha fábrica de energía, caso muy ventajoso si pudiera lograrse, pero que en la práctica es muy raro, sobre todo con la tracción eléctrica, pues aunque la red urbana sea prácticamente simétrica, con frecuencia se destaca una línea de algunos kilómetros hacia una localidad de los alrededores.

Verdaderamente que las Compañías deberían resolverse á fabricar sus placas; pero suele ser esto bastante enojoso para una Empresa que ya está muy recargada con la explotación, el establecer una fábrica de acumuladores, pues no sólo tendrá que fabricar las placas, sino también refinar el ácido, construir las cajas de ebonita ú otra materia, etc., puesto que en la tracción por acumuladores la caja tiene una importancia tan grande como la placa, tanto por el precio de coste, como por el de conservación.

Está perfectamente establecido que la batería debe cargarse lo más lentamente posible para obtener un buen rendimiento, lo que confirma la objeción presentada sobre el cálculo de los acumuladores; es preciso cargar las baterías basándose en la corriente máxima que puede soportar.

La colocación de las baterías en el carruaje es muy importante á la vez que difícil y delicada, por la imposibilidad de combinar un vehículo que sea cómodo para los viajeros y bien dispuesto para la colocación y fácil maniobra de los acumuladores.

La buena elección de las cabezas de línea y los depósitos, se relacionan con lo ya expuesto de la centralización de las baterías; no siempre se fijan los extremos y los depósitos donde se quiere, sino donde se puede, según las condiciones locales que pueden ser incompatibles con una buena explotación por acumuladores.

Recogidos todos los puntos del dictamen, queda por decir algo sobre uno de los principales argumentos que se invocan en favor de los acumuladores, como es el de independencia absoluta de los carruajes, y esto es verdaderamente una ilusión; no sólo no son independientes, sino que lo son menos que los vehículos con trole. Estos dependen de la línea, como todo carruaje depende de la línea sobre que rueda; en el sistema con





trole son tan independientes como los de tranvía ordinario, y los carruajes con acumuladores, por el contrario, dependen además de los acumuladores, y éstos imponen tales trabas que la Empresa, al establecer el servicio, no puede atender en primer término á las necesidades del público, sino á las exigencias que imponen los «señores acumuladores.»

La mayor ventaja de la tracción eléctrica es, sin duda, la de permitir adaptar la explotación á las variaciones del tráfico, y el acumulador peca, precisamente, por su falta de flexibilidad, resultando de aquí que el sistema de acumuladores es impotente para servir el tráfico de una gran población. El orador habla por la experiencia adquirida en Gand, en donde había unos 50 carruajes con acumuladores para el servicio y queriendo establecer una explotación que respondiese á las exigencias del tráfico, en el primer año ya vino el desastre, teniendo que sujetarse en el segundo, no á las necesidades del transporte, sino á la buena utilización de los acumuladores.

En resumen, puede afirmarse de una manera categórica que, salvo rarísimas excepciones, la explotación por acumuladores ha sufrido un rudo golpe siempre que se ha establecido para realizar el tráfico de una gran población moderna, organizada según los progresos actuales.

Micke, de la Dirección de la Gran Sociedad de Tranvías de Berlín, aporta nuevos datos, de los que se pueden sacar conclusiones relacionadas con la posibilidad de emplear acumuladores para un servicio intenso de tranvías urbanos. Pone el ejemplo de Berlín, en donde se ha instalado el sistema mixto; acumuladores en una parte de la red y línea aérea en el resto, recibiendo los primeros la corriente eléctrica por la misma línea de trole. Todas las experiencias que de allí se han deducido confirman la opinión de que el acumulador no constituye sino un último recurso.

Una de las primeras causas de inferioridad consiste en que el acumulador lleva consigo una transformación de fuerza que envuelve positivas pérdidas.

La red de Berlín comprende 20 kilómetros de doble vía, con gran circulación, de modo que el tráfico con acumuladores es muy intenso. En un principio las autoridades restringieron la zona en que podía establecerse la línea aérea, por lo que la Em-





presa se vió obligada á establecer una explotación por acumuladores lo más perfecta posible, consultando á competente electrotécnicos los perfeccionamientos que pudieran introducirse, y por más ensayos y minuciosas investigaciones que se han llevado á cabo, pronto se reconoció que eran tentativas inútiles las de pretender mejoras notables en la explotación por acumuladores, y que tanto científica, como técnicamente, el acumulador no puede constituir un medio de tracción utilizable.

Principalmente en tiempo de nevadas, se suspende completamente el servicio, hasta el punto de que en el último año de 1900 durante dos días de nieve, los acumuladores han dejado de funcionar, interrumpiéndose el servicio en calles enteras, hasta el punto de que la Administración pública se ha visto precisada á autorizar una considerable ampliación de la zona en que se permite el trole, ordenando á la Empresa que lo instalase inmediatamente en 3 kilómetros (lo que se ejecutó en quince días).

Si bien en teoría se determina exactamente la longitud de línea que los coches con acumuladores pueden recorrer, teniendo en cuenta la capacidad de estos aparatos y su régimen de descarga, la experiencia ha demostrado muy pronto que era imposible de proporcionar á los acumuladores la corriente necesaria, viéndose obligados los agentes á dejar partir los coches, según el cuadro de marcha establecida, aun cuando los acumuladores no hubieren recibido sino una mitad ó tres cuartas partes de su carga, porque si se hubiese pretendido recargar completamente estos aparatos, dándoles todo el tiempo que prácticamente necesitan, se tendrían en uno de los principales puntos de parada, y según los horarios de servicio, 64 carruajes para la carga completamente inmovilizados.

Esto es perfectamente natural, porque en tiempo de nieve la resistencia mecánica aumenta y el consumo de corriente llega á tres y cuatro veces el ordinario. Por estas causas el sistema de acumuladores ha perdido el crédito que hubiese podido tener.

Se dice que el acumulador lleva la potencia en sí mismo y puede prestar servicio aun en el caso en que se produzcan trastornos en la central generatriz; pero al hablar así se olvida que la fuerza no se produce en el coche mismo, sino que para hallarse esta energía en el carruaje es preciso que le haya sido suministrada por un conductor, como ocurre en el caso de hilo





aéreo, por lo que sucede en la práctica que cuando en la central ocurre un desarreglo, los carruajes de acumuladores no han podido prestar un servicio activo, sino que, por el contrario, hay necesidad de retirarlos de la circulación para evitar que queden parados, complicando aún más el servicio.

El rendimiento de los acumuladores depende esencialmente de su capacidad, pero ésta es limitada, por no poderse construir carruajes enormes con el mismo objeto de instalar acumuladores en número suficiente; en ciertos casos excepcionales se puede buscar una ayuda temporal forzando la aducción de corriente y la descarga; pero son procedimientos que destruyen completamente el acumulador, el cual no puede funcionar de una manera durable y conveniente sino en el caso de consagrarle el tiempo necesario para su carga y descarga.

Por todas estas razones, resulta que el acumulador, por su misma constitución, no conviene en una explotación regular en poblaciones de alguna importancia.

Cuando haya necesidad absoluta de emplear los acumuladores, será mejor instalar el servicio con este sistema en toda la extensión de la red sin recurrir al trole, pues de esta manera siempre se dispondrá del tiempo necesario para la carga y descarga, pero siempre suponiendo que se tome en consideración este sistema, porque el tráfico de la línea ha de ser poco importante.

Otros inconvenientes tienen también los acumuladores, como es el olor desagradable del ácido, que no hay medio de evitar a pesar de los intentos hechos para ello, y también que en verano no puede hacerse el servicio con coches abiertos, porque exigiendo estos carruajes que los asientos sean transversales a la marcha, no pueden colocarse los acumuladores.

Para aumentar la capacidad de estos aparatos, se ha recurrido a construir grandes carruajes que, para repartir convenientemente la carga, exigen el empleo de cuatro ejes en dos carretones, lo que constituye un estorbo grande para la circulación, y aunque se han construido otros coches más pequeños, con dos ejes solamente, han ejercido, en un tiempo muy corto, tan perniciosa influencia en la vía, que todas las juntas han cedido y se han hecho precisas reparaciones inmediatas y retiro del material.





Por lo que se refiere á Berlín, el acumulador no puede asegurar un servicio regular, creyéndose que si alguna vez la estética exige en algún sitio especial prohibir el hilo aéreo, debe establecerse el conducto subterráneo antes que aquel sistema.

El lado económico del sistema tampoco lo recomienda, puesto que los gastos de explotación resultan sumamente elevados.

El acumulador da muy buen resultado para ser empleado en baterías reguladoras, como reserva de una explotación, pero deben proscribirse si han de ser colocados en los carruajes.

«El mejor acumulador es la aducción directa de corriente.»

Krueger, director de los tranvías de Hannover, y que ha aplicado en gran escala la explotación por acumuladores, se muestra conforme con cuanto han dicho los que le han precedido en el uso de la palabra.

En dicha población se lleva al límite la prohibición del hilo aéreo hasta suprimirlo en los barrios obreros; pero como allí son consecuentes con sus ideas, han empezado por suprimirlo en las conducciones de alumbrado, y de esta manera no puede basarse ninguna empresa en precedentes análogos. En estos casos no hay más remedio que acudir á ciertos sistemas á pesar de sus inconvenientes, y de ellos debe sacarse el mejor partido posible. Hay en Hannover ciertos lugares en que en un mismo punto se reúnen hasta diez líneas, y en ellos verdaderamente es imposible la conducción aérea y hasta la subterránea, lo que exige imperiosamente el empleo de los acumuladores.

Allí se han hecho ensayos que constituyen un verdadero progreso si se prescinde del resultado económico. Se han quitado los acumuladores de los carruajes para colocarlos en unos tén-ders, remolcados por el coche motor, y de esta manera se recorren por dentro de la población hasta 3 kilómetros entre dos secciones suburbanas de hilo aéreo. Así no se molesta al público con el olor de los vapores ácidos, los pesos se reparten mejor sobre los carriles, y puede considerarse como una mejora que, si todavía no se ha aplicado de una manera general, pronto se extenderá para reducir á la mitad el número de coches con acumuladores actualmente en servicio.

En esta red se emplea la carga lenta, porque desde un principio se vieron los inconvenientes señalados en el informe para





la carga rápida. Para esto se hace comenzar la carga en los trozos de línea aérea en que la tensión es más débil, y esto puede llevarse á cabo por la extensión de la red, obteniéndose grandes ventajas.

Aquella Compañía ha tenido que construirse las placas con objeto de reducir los gastos. Con los precios actuales del plomo el sostenimiento y renovación de los acumuladores sólo excede en 2 pfg. por kilogramo el precio del plomo en bruto. Esto equivale á 0,5 ó 0,6 pfg. por coche-kilómetro en servicio mixto, y 1,25 á 1,60 en servicio automotor para la conservación y renovación de acumuladores con todos los aparatos accesorios, cajas de carruaje, bastidores, etc. Esto indica que el sistema no es tan malo como parece generalmente. La conservación de la vía resulta más cara que en el sistema ordinario por la mayor importancia de las cargas.

La nieve también ha originado aquí dificultades como en Berlín, pero sólo en los casos de haber sobrevenido sin haber previsto á tiempo la nevada, cuando el tiempo era seco y frío y había polvo. Este forma con la nieve un conjunto que impide el contacto con los carriles. En estas condiciones la carga de los acumuladores no podía efectuarse mientras los coches marchaban por las secciones de hilo aéreo, y como en estas secciones el carruaje consumía el doble de la corriente ordinaria se hacía el servicio con gran apuro; pero esto sólo ha ocurrido una vez.

Termina reconociendo el papel importante que desempeñan las baterías reguladoras, y cree que todavía adquirirán más desarrollo cuando se conozcan mejor sus buenos resultados.

D'Hoop, Director de los servicios técnicos de los tranvías de Bruselas, llama la atención sobre un punto importante, relativo á la elasticidad en el servicio que es necesario tenga una línea de tranvía. Es de la mayor importancia que en determinados días puedan organizarse servicios intensos y frecuentes, para lo cual es preciso doblar, triplicar y aun cuadruplicar el tráfico, imposible de conseguir con los acumuladores, pues con éstos no pueden añadirse carruajes para el remolque como se hace en las líneas de trole. Sólo cabía la solución de tener baterías cuya capacidad fuere doble ó triple de las empleadas ordinariamente, y esto es del todo irrealizable.





Respecto á la pretendida independencia del carruaje con acumuladores, recuerda un informe de Van Vloten, ingeniero electricista de Bruselas (y ponente en el tema 5.º de este Congreso), que dice: «que las dificultades creadas por el empleo de los acumuladores aumentan con el número de coches en servicio; así si se tienen dos explotaciones idénticas con la misma longitud de líneas, el mismo número de carruajes en servicio y funcionando la una con acumuladores y la otra con toma directa, las probabilidades de accidentes exclusivos de los acumuladores en un caso, y de la línea en el otro, son proporcionales al número de carruajes en servicio en el primero, y á la longitud de la línea en el segundo. Si hay necesidad de duplicar el servicio en ambas líneas, los accidentes probables se habrán duplicado en la explotación con acumuladores y quedarán sensiblemente los mismos en el caso de transporte directo.» Lo que está de acuerdo con lo dicho por el ponente.

Koehler, de la Dirección de la gran Sociedad de Tranvías de Berlín, se opone á que se admita lo dicho en el dictamen de que actualmente la explotación con acumuladores constituye una solución que permite esperar resultados de posteriores ensayos, pues el período de espera y de ensayos hace tiempo que pasó.

Los resultados de Berlín, Gand y otras poblaciones, con la excepción quizás de Hannover, son completamente semejantes.

Se admira de las cifras citadas por Krueger, referentes al coste del sostenimiento de los acumuladores por coche-kilómetro en Hannover; pues los resultados obtenidos en Berlín, en una red que comprende 400 coches con acumuladores, son diez veces mayores.

Las baterías de esta Compañía se conservan en parte por la misma Empresa de tranvías, y en parte por una Sociedad de acumuladores, y esta última ha hecho constar que los precios que se habían convenido de antemano han resultado insuficientes, hasta el punto de que no sólo no se cubrían los gastos, sino que se les originaba una pérdida real y de tal importancia, que el nuevo precio que solicita ahora es justamente el doble del establecido antes. Esto enseña que la explotación, bajo el punto de vista económico, no puede tampoco recomendarse.

Recuerda haber leído en un tratado sobre acumuladores aplicados á la tracción de tranvías, que se los comparaba á la





mujer caprichosa á quien jamás llega á conocerse á fondo, ni aun después de haber vivido íntimamente con ella largo tiempo, puesto que siempre aparecen nuevos defectos, por lo que aconsejaba no entrar nunca en relaciones con una tal mujer.

Johannet contestá á los que han hecho uso de la palabra, aunque todos estén de acuerdo para convenir en que los acumuladores no deben emplearse sino en ciertos casos particulares.

Cita el caso ocurrido en la línea de St. Denis de carruajes con acumuladores que no satisfacían ni al público ni á la Compañía, que han sido sustituidos por otros coches, que por el contrario hoy satisfacen á todos. Esto dependía de que los primeros vehículos no habían sido bien estudiados, aparte de las condiciones de los acumuladores.

Respecto á la colocación de los acumuladores en los coches, invita á que se visite la instalación para que se vea que no dan olor, que la ventilación es más que suficiente y que los viajeros pueden sentarse muy cómodamente.

No está de acuerdo con lo dicho de que los carruajes tienen menos independencia en este sistema por estar supeditado á la línea y al acumulador; puesto que el coche con acumuladores no está expuesto, con relación al sistema, mas que á los accidentes propios de la batería, los cuales sólo influyen en un vehículo; mientras que cuando se estropea una línea de trole, se detiene todo el servicio.

En lo que concierne á los aumentos de tráfico, se halla de acuerdo con lo dicho, pero haciendo notar que si se estudian con cuidado las circunstancias locales, puede preverse el empleo de coches remolcados.

Vuelve sobre el párrafo que se refiere al coeficiente de seguridad, aclarándolo en el sentido de que después de haber calculado la energía necesaria según el perfil de la línea, se añade el 25 ó 30 por 100 para los arranques, y sobre el conjunto un 30 por 100 como coeficiente de seguridad, resultando en definitiva un doble de lo que dé el cálculo teórico según el perfil.

Si en Berlín falta tiempo para acabar de cargar los acumuladores, es que se ha estudiado mal el sistema, y no debió instalarse como se ha hecho. Si allí causa tantos perjuicios una nevada es porque no se toman los cuidados que en París, en donde en cuatro horas queda limpia la vía. Cuando se teme la





proximidad de la nieve, durante la noche, se previene á los depósitos para que echen sal á la caída de los primeros copos, y al siguiente día, á las siete, lo más tarde, puede comenzarse el servicio.

Reprocha el Sr. Micke que se diga que el sistema no es económico, sin tener en cuenta que el informe se refiere á París, en donde ciertas explotaciones deben amortizar sus gastos en nueve años, período en que es muy difícil amortizar una línea con conducción subterránea á 400.000 francos kilómetro como gasto de primer establecimiento.

Monmerqué, Ingeniero Jefe de la Compañía general de Omnibus de París, observa que queda un punto importante sin tratar, que es el que concierne á los Poderes públicos, á quienes no les importa si el sistema es ó no caro, y que en uso de sus atribuciones, prohíbe la línea aérea. Incluso bajo este punto de vista ofrece inconvenientes el sistema.

Dejando á un lado la irregularidad del servicio, y que no satisface las aspiraciones del público, importa fijarse en la considerable superficie de vía pública que se ocupa. Para ello basta fijarse en la línea que termina en Cours de Vincennes, y que tiene señalada la salida de un carruaje cada tres minutos. En dicho punto se ven con frecuencia hasta 16 y 18 carruajes á la vez para la carga, convirtiendo la vía pública en una verdadera estación de ferrocarril.

Le llama la atención que en Hannover encuentren poco estético el hilo del trole, y no encuentren feo el carretón de dos metros que el carruaje remolca, aparte de que con este sistema desaparece una de las ventajas de la tracción mecánica, cual es el menor estorbo en la vía pública, y en el caso actual el carretón aumenta la superficie ocupada.

Le extraña de que se haya citado el precio de 0,02 francos para la conservación de los acumuladores, cuando en París los contratos con las Sociedades de acumuladores lo elevan á 0,10 francos, y hasta una de estas Sociedades ha pedido el de 0,30 francos.

Boulvin vuelve á tomar la palabra para decir algo sobre este precio citado por Krueger, y recuerda que el de 0,17 francos dado á conocer en una conferencia de la Sociedad Nacional de Electricistas, se refería al coche-kilómetro, y estaba deter-





minado con tanto detalle que se tenía en cuenta hasta los haces de leña para encender las calderas y los algodones para limpiar las máquinas; pero cuando se llegaba á la conservación de las placas de los acumuladores no había partida para ello. Esto basta para fijar la opinión sobre la importancia que tiene el precio comparado con otros conocidos.

Bertini, Director de la Sociedad General Italiana Edison, de Milán, da á conocer el estado de la tracción por acumuladores en Italia, en donde sólo en dos poblaciones, Roma y Turín, las autoridades habían impuesto el sistema mixto de acumuladores y trole, y en ambas se han señalado los mismos inconvenientes detallados más arriba. Felizmente las municipalidades han reconocido la imposibilidad de remediar tales defectos por ser inherentes al sistema, y han tratado con las Compañías los medios de suprimir dicho medio de tracción, habiendo dado por resultado dos acuerdos recientes de los Consejos municipales de Roma y de Turín, autorizando á las Compañías para suprimir por completo los acumuladores, por lo que en plazo corto los tranvías de ambas importantes poblaciones emplearán el trole en toda la red.

Por fin se acuerda aprobar la siguiente conclusión:

«El Congreso de Tranvías, después de conocer el informe de los Sres. Broca y Johannet, y las discusiones á que ha dado lugar este trabajo, atestigua que, hecha abstracción de la elevación de coste de la tracción eléctrica por acumuladores, y sólo bajo el punto de vista de los Poderes públicos y del servicio público que prestan, este medio de tracción no puede asegurar suficientemente la regularidad y elasticidad necesarias para los servicios intensivos de transportes públicos en común en las grandes aglomeraciones; el Congreso observa, además, que hasta hoy no se han realizado mejoras importantes en la tracción por acumuladores; el Congreso estima que la tracción por acumuladores es mucho menos segura y mucho más costosa que la tracción por hilo aéreo, y no debe ser considerada como aplicable sino en ciertos casos forzados muy excepcionales y muy especiales.»





## TEMA 8.º

**Calefacción.**

**Tema:** Indíquense las nuevas aplicaciones ó mejoras introducidas en los sistemas de calefacción de carruajes en las líneas vecinales, tanto en los trenes de viajeros como en los mixtos.

Indíquese el gasto de instalación, conservación y explotación, de la misma manera que el resultado de la experiencia con los diversos sistemas puestos en uso.

**Ponente:** Burlet, Director general de la Sociedad Nacional de Ferrocarriles vecinales de Bélgica.

## INFORME

Si se comparan los datos que se recogieron para este mismo tema cuando en 1894 se reunió el Congreso en Colonia, con los pocos que ahora se han recibido, se observa inmediatamente que han sido poco importantes los progresos realizados en la calefacción de los trenes vecinales. Del conjunto de los documentos consultados parece deducirse que todavía no se ha encontrado sistema que reúna condiciones completamente satisfactorias, bajo el punto de vista del regular funcionamiento y gastos de instalación y sostenimiento. Esto mismo se ha aceptado por el ponente Rigoni al tratar este mismo asunto por el Congreso de ferrocarriles.

Es mucho más sencillo de resolver este problema en las grandes líneas de ferrocarriles que en las vecinales ó económicas, porque en aquéllos la forma y dimensiones de los carruajes; la disposición de los departamentos; los largos recorridos sin detenciones, y, por consecuencia, sin apertura de las portezuelas, la composición regular de los trenes, que no suelen modificarse durante el trayecto; la potencia de la caldera de las locomotoras, que permite distraer el vapor necesario para la calefacción, y, por fin, el numeroso y experimentado personal de que se dispone para el cuidado y vigilancia de los aparatos, son todos elementos favorables que concurren á asegurar una satisfactoria solución para el problema.

En los ferrocarriles vecinales y tranvías las condiciones son





completamente diferentes. El sistema de coches tipo-tranvía con puertas en los testeros y gran número de cristales en los costados de la caja, la frecuente y simultánea apertura de las puertas opuestas, es el principal origen de que no puedan obtenerse buenos resultados, aun con los sistemas que teóricamente los debieran dar mejores. Por otra parte, las puertas en los extremos hace difícil, si no imposible, la aplicación del sistema de hervidores, que sólo pueden manejarse bien con las puertas laterales y compartimientos separados.

La composición variable en marcha de los trenes vecinales, en los que suelen ir vagones de mercancías en cabeza, imposibilita también cualquier sistema de calefacción continua tomando de la locomotora el vapor ó agua caliente necesarios.

Además de que en estas explotaciones suelen formarse los trenes con la carga máxima que la locomotora puede arrastrar con perfiles generalmente accidentados, y no está en condiciones de proporcionar el suplemento de vapor necesario.

Para aumentar las facilidades de acceso á los carruajes, el bastidor se coloca lo más bajo posible, y esto es causa de que no pueda aplicarse alguno de los numerosos sistemas que las grandes líneas emplean, constituidos por un foco calorífico situado debajo del carruaje para calentar aire ó agua que circule por una conducción establecida en el interior de la caja.

Los sistemas complicados no pueden admitirse por su precio y por el personal que requieren. Algunos de ellos exigirían para su instalación un gasto que representaría el 12 ó 15 por 100 del valor del carruaje.

En la asamblea general que el Congreso celebró en 1894, se adoptó la siguiente conclusión: «La calefacción de los coches que circulan por el interior de las poblaciones no debe recomendarse, pero sí es útil calentar los carruajes de las líneas vecinales.» Las contestaciones recibidas para esta asamblea de París demuestran que dicha conclusión está justificada, por lo que en el informe se prescinde de aplicación á los tranvías urbanos.

La calefacción de los coches de líneas vecinales ó de tranvías suburbanos puede clasificarse en cinco categorías: 1.<sup>a</sup>, con aparatos móviles (hervidores, calentadores con ladrillos, etc.); 2.<sup>a</sup>, con estufas; 3.<sup>a</sup>, con aire caliente; 4.<sup>a</sup>, con vapor ó agua caliente; 5.<sup>a</sup> calefacción eléctrica.





Respecto á la 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup> categoría, muy poco cabe decir por no haber habido variación desde la última vez que se trató de este asunto. Estos aparatos presentan inconvenientes bien conocidos, pero, aunque defectuosos, pasará mucho tiempo antes de que se abandonen por su sencillez y economía. En las líneas belgas la instalación de una estufa de combustión lenta ha costado 35 francos por coche de 24 asientos, y su gasto de combustible se ha reducido á 25 céntimos en 15 horas de servicio.

El sistema de aire caliente no figura en ninguna de las contestaciones recibidas, por lo que se ha recurrido al trabajo de Rigoni, que señala su aplicación en los ferrocarriles del Norte de Milán, de donde se toman algunos datos. Su instalación cuesta 350 francos por carruaje y la explotación exige 5 céntimos por coche-kilómetro. En un principio satisfizo las exigencias del público, pero luego se vió que exige grandes precauciones por parte del personal del tren para que la temperatura se conserve entre límites convenientes. En Utrech se ha ensayado este sistema en un coche de ocho metros, sobre carrerones, instalando cuatro aparatos que consumían 320 litros de gas del alumbrado, como combustible, por hora, y que siendo de 3 á 5 grados la temperatura exterior, se elevaba á 16 ó 18 en el interior del coche.

Los aparatos de la 4.<sup>a</sup> categoría pueden dividirse en dos clases: (a) los que exigen un aparato independiente en cada carruaje; (b) los que tienen el manantial de calor único para todo el tren, bien sea la locomotora ó bien una caldera instalada en un furgón.

Entre los de la primera clase no hay aparatos de vapor, pero son muy numerosos los de agua caliente. Todos ellos descansan en el principio del termo-sifón, variando sólo la disposición de los tubos en el interior del coche. Unas veces son simples conductos colocados debajo de los asientos ó encerrados en los tabiques separatorios de dos departamentos, y otras veces se enlazan con hervidores colocados en el piso en el sitio correspondiente á los pies, además de calentar todos ellos por radiación.

Un aparato completo y montado en el carruaje cuesta 300 francos y consume 0,37 francos por día y carruaje en la red del Jura, y 314 y 0,33 respectivamente en la Alta Saona. La





diferencia entre la temperatura exterior y la interior del carruaje puede llegar á 24 grados.

De los datos recogidos se deduce que es un sistema aceptable por sus buenos resultados, escasos gastos de sostenimiento, vigilancia fácil y que no exige personal especial; pero tiene como grave inconveniente el peligro de la congelación del agua de los conductos, lo que se ha tratado de evitar forrando los tubos de debajo del piso y mezclando en el agua cloruro de calcio á 25° Beaumé en la proporción del 28 por 100 del peso del agua y sosteniendo el fuego durante la noche en tiempo de fuertes heladas. A pesar de tantas precauciones, se llega á congelar el líquido y no queda más remedio que desmontar la conducción.

Respecto á la segunda categoría, se conocen los ensayos hechos por la Sociedad Nacional de los Ferrocarriles vecinales aplicando la calefacción continua por medio del vapor tomado de la locomotora; pero no ha podido generalizarse por la composición de los trenes con mercancías en cabeza. Para evitar esto, es por lo que se instala una caldera especial en un furgón colocado entre las mercancías y los coches de viajeros; pero es una solución costosa, y por lo tanto poco en relación con las condiciones de economía de las líneas vecinales, además de que este sistema no puede admitirse sino en trenes de gran número de carruajes.

Como medio de elevar la temperatura ha dado buenos resultados, pues con dos atmósferas de presión en la conducción, se elevaba la temperatura unos 12 grados sobre el ambiente exterior. El precio de instalación es de 300 á 350 francos por carruaje. Continúan los mismos peligros de congelación del caso anterior, si el sistema continuo emplea el agua caliente, con la desventaja de que por la noche no puede sostenerse el generador de calor por quitarse la locomotora, además de que los tubos exteriores de enlace de unos coches con otros quedan más desabrigados.

Entre las contestaciones recibidas, sólo la Compañía de Tranvías de Hannover menciona la calefacción eléctrica, que se emplea en los coches de las líneas suburbanas solamente. La instalación ha costado 40 marcos por coche, y la explotación 10 pfg. por coche-hora, ó sean unos 2 francos por diez y seis horas de servicio, cifras muy elevadas.





La Sociedad Nacional de los Ferrocarriles vecinales que ha instalado la calefacción eléctrica en una de sus líneas, ha comprobado también lo caro del sistema. Para calentar un tren de dos carruajes gasta 7 amperios (18 céntimos próximamente) por tren-hora. De aquí resulta que cuando en invierno el tráfico exige que se pongan muchos trenes en servicio, tenga que suprimirse la calefacción, por lo menos en los ascendentes.

Una solución que parece satisfactoria respecto este punto, sería la de utilizar para la calefacción las resistencias colocadas para regularizar el arranque de los carruajes, puesto que es una fuente de calor que hoy se pierde. Ya se ha intentado llevar esto á la práctica, pero con poco éxito.

Pasada revista á todos los sistemas, ninguno parece presentar ventajas positivas, aunque esto depende principalmente, como se ha dicho, de las malas condiciones del problema en la práctica.

No han podido formularse conclusiones, proponiendo únicamente que la asamblea acepte la aspiración que se formula como resultado del informe.

«Es de desear que el tema de la calefacción de los carruajes de los ferrocarriles vecinales quede á la orden del día en los trabajos de la Unión Internacional de Tranvías, y que el estudio comenzado se continúe en las próximas reuniones.

»Las Sociedades afiliadas, quedan, pues, invitadas á recoger datos sobre el asunto y á continuar sus experimentos.»

#### *Discusión.*

Monmerqué, Ingeniero Jefe de los servicios técnicos de la Compañía general de Omnibus de París, llama la atención sobre las circunstancias distintas en que se encuentra París con relación á otras poblaciones, puesto que la Administración pública exige la calefacción de todos los carruajes de ómnibus y tranvías, y así como en el informe se dice que puede costar unos 24 ó 25 céntimos la calefacción por coche y día, en París se eleva á un franco diario, empleando caloríferos de aglomerados de carbón, que cuestan unos 200 francos por tonelada.

Blondin, director de «L'Eclairage électrique», desea se encuentre una solución para la calefacción de los coches de líneas





urbanas, y añade que por el procedimiento eléctrico puede obtenerse la calefacción por medio de 320 voltios en un carruaje de viajeros, lo que permite no pasar de 38 á 40 céntimos, por lo que propone que el primer párrafo de la aspiración del ponente se redacte como sigue: «Es de desear que el tema de la calefacción de los carruajes de los ferrocarriles vecinales y de los tranvías, quede á la orden del día, etc...», y con el asentimiento del ponente así se acuerda.





## TEMA 9.º

**Sistemas administrativos de explotación.**

Tema: ¿Qué ventajas é inconvenientes tiene la explotación directa de los ferrocarriles secundarios por las Sociedades á las cuales pertenecen, comparativamente á la explotación por las grandes líneas de ferrocarriles de las cuales son afluentes?

*Ponente.*—E. A. Ziffer, Presidente de varias Sociedades de ferrocarriles de interés local en Austria.

## INFORME

La Sociedad Nacional de los Ferrocarriles vecinales, de Bruselas, es la única que se ha ocupado del tema, haciendo referencia á los informes que su Director general, C. de Burlet, envió á los Congresos de ferrocarriles celebrados en París en 1889 y en Londres en 1895, con motivo del arriendo de la explotación de los ferrocarriles secundarios, y esta Sociedad declara que de las 76 líneas que posee (1.640 km.), todas de vía estrecha, excepto dos de 15,65 km. que explota por su cuenta, en todas se ha adoptado, desde el principio, el sistema de arriendo, adjudicado en pública subasta. Este sistema ha dado buenos resultados, pues las relaciones de la Sociedad Nacional con las empresas arrendatarias, lo mismo que con las administraciones de los ferrocarriles en contacto con los suyos, son excelentes, por lo que este arriendo para la explotación y conservación de las líneas se mantendrá por ahora, porque se encuentra satisfecha la Sociedad con los resultados que obtiene.

Sin más datos que los de esta Sociedad, el ponente tiene que acudir á sus propios estudios y á los resultados de su experiencia personal, haciendo notar, ante todo, que el rendimiento de los ferrocarriles secundarios no depende sólo del capital empleado en su completa instalación, sino también del sistema de explotación, según los principios fundamentales que para ello se adoptan, de la organización del servicio que de ellos dimanan, de la misma manera que de los gastos que ocasiona y de las medidas tomadas bajo el punto de vista de las tarifas.





Los sistemas de explotación que deben tomarse en cuenta, son los siguientes:

- 1.º Explotación por cuenta propia.
- 2.º Cesión de la explotación á un ferrocarril del Estado, ó particular, en contacto, ó no, con la línea de que se trata (explotación por otros).
- 3.º Arriendo de la explotación á un empresario (explotación por arriendo).

La explotación de un ferrocarril secundario por cuenta propia, aun en el caso de tener poca longitud, constituye la solución más apetecida y presenta también las mayores garantías, respecto á los beneficios que puedan obtenerse, si la administración se confía á personas competentes y experimentadas. En este caso los intereses particulares de los otros ferrocarriles inmediatos no influyen en la administración de la línea de que se trata; ésta puede alcanzar el máximo rendimiento con el mínimo gasto de explotación, estudiar las necesidades reales de su tráfico y atraer nuevos transportes, modificar las tarifas, elegir el personal; en una palabra, sin sufrir influencias exteriores, puede llegar á una explotación realmente comercial aprovechando la movilidad y facilidades que exige una Empresa subordinada al servicio diario del público.

La cesión de la explotación al Estado ó á otro ferrocarril particular, con él enlazado, ó no, lo mismo que la cantidad á pagar por la explotación, pueden regularse de diversos modos: *a*), mediante pago de una parte proporcional de los ingresos brutos; *b*), mediante pago anual de una cantidad alzada para los gastos fijos y pago de los de explotación, variables á base de las toneladas-kilómetros transportadas; *c*); mediante reembolso de todos los gastos de explotación, calculados el precio de coste; *d*), mediante reembolso de los gastos de transportes al precio de coste para el servicio de viajeros, mercancías, etc.; *e*), mediante pago de una renta anual fija (precio de arriendo), que baste para el servicio de los intereses y amortización, sea parcial ó total, del capital de primer establecimiento.

El primer modo indicado está en uso en Austria, en especial en el caso de explotación por el Estado, pues en ciertos casos la concesión establece la condición de que la línea se explotaría por el Estado y á cuenta del concesionario, durante toda





la duración de la concesión. La cantidad á pagar para los gastos de explotación varía entre  $\frac{1}{3}$  y  $\frac{2}{3}$  de los ingresos brutos. A veces esta parte proporcional es reducida cuando los ingresos no alcanzan una cierta cifra (5.000 á 7.500 francos por kilómetro), y en otras ocasiones se fija un mínimo de percepción (3.750 á 5.000 francos por kilómetro). Este sistema tiene la desventaja de que teniendo en cuenta la dificultad de evaluar con anticipación el tráfico é ingresos, puede resultar que los pagos excedan mucho de los gastos que ocasionaría una explotación por cuenta propia, teniendo esto mayor importancia si no se prevé el caso de la revisión del contrato para establecer el pago con arreglo á los datos que arroje el servicio una vez establecido. En cambio la Empresa explotadora corre el riesgo de que la cantidad que cobra sea inferior á los gastos de explotación; sin embargo, si se tienen en cuenta las ventajas que á la misma Compañía aporta el establecimiento del ferrocarril secundario que á ella afluye, puede legítimamente pedirse que renuncie en su favor á una parte de este manantial de ingresos.

El sistema de pagar una cantidad alzada invariable por los gastos fijos (2.250 á 3.000 francos por kilómetro) y de un tanto por tonelada-kilómetro transportada (0,9 á 1,1 céntimos), se emplea rara vez, porque exige una contabilidad muy complicada y una intervención costosa por parte de la Empresa propietaria.

El reembolso de los gastos de explotación al precio de coste, sistema el más generalizado en Austria, descansa en una base mucho más equitativa para las dos Empresas, con la condición de que la propietaria pueda comprobar ó intervenir los servicios de la explotadora, lo que da lugar frecuentemente á discusiones y diferencias entre ambas. Este sistema sólo puede recomendarse en el caso de que la Sociedad explotadora se halle interesada por una participación en el capital, ó los beneficios líquidos de la concesionaria. Estos contratos suelen hacerse por períodos de cinco á veinte años, con facultad de modificarlos, si este plazo es muy largo. Por este procedimiento cabe también que haya déficit en la explotación.

El sistema del párrafo d), se emplea principalmente por los ferrocarriles del Estado húngaro y presenta para la Empresa concesionaria la ventaja de darle en cualquier circunstancia la





garantía de ingresos limpios que depende de la cuantía del tráfico. La importancia de estos ingresos limpios para la concesionaria, depende de la diferencia entre el producto del transporte de viajeros y mercancías y el precio de coste de estos transportes, diferencia que varía del tercio á la mitad de los ingresos por transporte de viajeros y mercancías. La contabilidad es muy sencilla y la explotación apenas sufre perjuicio, puesto que tiene interés en explotar de la manera más económica posible.

Lo que la Compañía de ferrocarriles secundarios puede alcanzar como más favorable es la cesión de la explotación contra pago anual de una cantidad alzada, ó de un precio de arriendo que baste para pagar los intereses y amortización del capital invertido; de esta manera el propietario renuncia á cualquier beneficio mayor que el correspondiente al pago de los intereses y amortización. Este procedimiento es el menos empleado.

Además de estos cinco sistemas tipos de contrato de explotación, existen otras muchas combinaciones, y principalmente disposiciones relativas á las garantías de los transportes y á la repartición del tráfico de mercancías, cuya enumeración conduciría muy lejos.

La cesión de la explotación de un ferrocarril secundario á otro ferrocarril, ya se hallen en contacto ó no, sólo debe recomendarse en el caso de que el capital social del primero no baste para dotarlo de un material móvil apropiado, y si la explotación se efectúa mediante el reembolso de los gastos calculados, sea por un descuento especial de los gastos de explotación, sea sobre la base de las toneladas-kilómetros transportadas, sea mediante la restitución del precio de coste de los transportes de viajeros y mercancías, ó sea, en fin, por una combinación de estos distintos sistemas. En estos casos es preciso, además, que el concesionario conserve una acción tan completa como pueda desearse sobre la organización del servicio de explotación y sobre la fijación de las tarifas por una parte, y por otra el explotador esté interesado en la empresa con una participación en el capital de primer establecimiento ó en los beneficios líquidos, ó de cualquier otro modo.

En el caso de la explotación por arriendo, el sistema más





ventajoso es, sin duda, aquel por el cual el arrendatario asegura los intereses correspondientes y la amortización del capital de primer establecimiento, sobre todo cuando al propietario todavía le queda una cierta participación en los beneficios de la explotación, después de separar los intereses y amortización.

Entre estos sistemas de arriendo hay dos distintos llamados belga y francés, que consisten en la cesión á una Sociedad especial, considerada como empresa comercial, que se ocupa por sí de la explotación de la línea y que está interesada en la prosperidad del negocio. El canon se calcula según fórmulas especiales que no son del caso citar.

Este arriendo de la explotación se recomienda muy especialmente y ofrece las mayores ventajas á las dos entidades contratantes.

Expuestas quedan las principales ventajas é inconvenientes de los diferentes sistemas de explotación, resultando de este estudio, así como de la experiencia personal del ponente, que para ferrocarriles secundarios de 50 kilómetros y más la explotación por administración es la más conveniente y racional.

De todo ello se deducen las siguientes conclusiones:

«La explotación por cuenta propia da las mayores garantías para un resultado favorable de la empresa, si especialistas experimentados toman parte en la administración.

»En caso de cesión de la explotación á otra empresa, es necesario que el contrato presente ventajas para ambas partes, teniendo en cuenta, hasta donde sea posible, sus recíprocos intereses. La solución de este problema es, por lo general, si no del todo imposible, á lo menos excesivamente difícil y precaria.

»No parece, por tanto, prudente el establecer reglas absolutamente definidas, sino que, por el contrario, en cada caso particular debe tenerse en cuenta las circunstancias locales y especiales, así como también las condiciones á realizar cuando se trate de terminar un convenio para tomar de nuevo la explotación.»

Burlet, Director general de la Sociedad Nacional de los Ferrocarriles vecinales de Bélgica, pide que se suprima en las conclusiones la parte en que se dice que es, si no imposible, á lo menos sumamente difícil poner de acuerdo los intereses de am-





bas partes contratantes. Tienen los belgas la pretensión de haber resuelto este problema en su país, como se dice en los primeros párrafos del informe. En muchas sesiones del Congreso de Ferrocarriles se han discutido todas las soluciones de este problema, todas las fórmulas propuestas y empleadas en los contratos de explotación, por lo que parece haberse encontrado la verdadera solución práctica.

Scotter, Ingeniero civil de Londres, hace presente que en Inglaterra conviene casi siempre que los ferrocarriles secundarios sean explotados por empresas independientes de las de las grandes líneas, porque, bajo el punto de vista de la construcción, son esencialmente diferentes unas de otras y la explotación se hace de una manera mucho más económica, y por otra parte, los medios de explotación que convienen á las unas no son aplicables á las otras. En segundo lugar, la manera de ser de las líneas secundarias las obliga á someterse á las necesidades y condiciones locales, lo que es imposible para las grandes empresas. En tercer lugar, es preciso que el cambio de tráfico entre las dos líneas se haga tan económicamente como sea posible, y corresponde á los promovedores de las líneas secundarias demostrar que la línea que ellos explotan responde á una necesidad, y puede contar, por lo tanto, con un tráfico suficiente.

Se aceptan las conclusiones del dictamen.





## TEMA 10.º

**Bases para la designación de la fuerza de los motores.**

Tema: ¿Es posible adoptar una base única para la apreciación de la potencia de los motores eléctricos y de los dinamos generatrices, teniendo en cuenta los diversos elementos que pueden intervenir en esta determinación como el rendimiento, velocidad, par, calentamiento, etc.?

¿Qué bases propone usted para la determinación de estos elementos?

¿Cree usted que tal determinación puede ser aplicada útilmente á otros órganos empleados en la tracción eléctrica?

*Ponente.*—Macloskie, Ingeniero consultor de la Compañía Industrial de Tracción en Francia y en el extranjero.

## INFORME

Empezando por la última pregunta, el ponente cree que las bases adoptadas actualmente por los constructores y por todos los que se relacionan con la tracción en general, llenan perfectamente todas las condiciones que se les puede exigir. En los reguladores para carruajes (*controleurs*) no puede indicarse otra cosa que la corriente máxima y su manera de funcionar; en interruptores, cortacircuitos, pararrayos, etc., se determina la corriente máxima que debe pasar por ellos, siendo inútil indicar el voltaje, porque el adoptado generalmente para la tracción, es de 500 á 600 voltios.

Respecto á la pregunta segunda, parece que las bases deben determinarse de una manera análoga á como se hace en las máquinas de vapor; es decir, que por las indicaciones debe poderse determinar la potencia del elemento en marcha en condiciones prácticas, de la misma manera que la forma bajo la cual se da la potencia. Así, para una dinamo generatriz, los kilowatios máximos que puede dar de una manera continua deben aparecer de la fórmula de indicación. La fórmula que dé esta potencia puede indicar la velocidad, voltaje, número de polos, etc. Para un motor, el par, velocidad, etc. ¿Y esto puede alcanzarse? Ciertamente que puede adoptarse una base única para la apreciación de la potencia de los motores, etc.

Para indicar la potencia de los motores de tranvías se adop-





ta de ordinario el caballo; pero el caballo no indica nada en realidad. En motores para talleres en que la carga es constante, la potencia en caballos indica la carga bajo la cual el motor puede trabajar continuamente sin que se caliente hasta el punto de resultar averías; mas en un motor de tranvías no ocurre lo mismo. Los motores de tranvías que en el comercio se venden como de 25 caballos, no podrán soportar generalmente esta carga de una manera continua; por consecuencia, aquella indicación del número de caballos sólo tiene un valor relativo. Las fórmulas de indicación que se adopten, si han de ser prácticas, no pueden fijar de una manera rigurosa los elementos de cálculo de la máquina; pero sí deben dar datos suficientemente claros para que tanto el Ingeniero como el industrial tengan una idea suficiente de lo que puede esperarse de la máquina.

Cuando se habla de una máquina de vapor de «200 caballos y 100 revoluciones por minuto», todo el mundo entiende que dicha máquina es capaz de dar de una manera continua una potencia de 200 caballos con una velocidad de 100 vueltas por minuto. Si se considera ahora un motor eléctrico capaz de suministrar de una manera continua 15 caballos á una velocidad de 500 vueltas por minuto, podríamos designarlo también como «motor de 15 caballos á 500 vueltas»; pero desgraciadamente el trabajo de un motor de tranvía no es continuo, y, por consecuencia, la indicación de «15 caballos» no da una idea de la potencia que podría proporcionar el motor en condiciones normales; este motor, si está bien estudiado, podrá dar 35 caballos y hasta 50 en los intervalos en que el coche recibe corriente, sin que resulte el menor perjuicio, ni para el colector ni para el devanado; luego este motor podría llamarse también de 25, 30 ó 35 caballos.

Muchos constructores han tenido la idea de designar en sus talleres á los motores tomando como base la carga bajo la cual el calentamiento del motor durante una hora de marcha, por ejemplo, alcanza un cierto valor. Adoptando este criterio, y teniendo en cuenta que los motores de tranvía en su generalidad se construyen con la misma forma exterior, y, por consiguiente, en condiciones comparables de radiación, puede tomarse el calentamiento como término de comparación, y decir que la potencia del motor será aquella con la cual puede funcionar durante





una hora sin que ninguna de sus partes llegue á tener una temperatura que exceda á la del medio ambiente en 75 grados.

Dada la potencia de un motor, puede realizarse una velocidad considerable con un esfuerzo de tracción débil, y un esfuerzo de tracción grande con una velocidad pequeña; luego deben determinarse ambos elementos: fuerza y velocidad. La velocidad puede indicarse de varios modos: por el número de vueltas del eje, ó bien la velocidad del coche con ruedas de diámetro convenido, suponiendo conocida la potencia del motor; ó de otro modo, eligiendo una constante que dependa de la velocidad de una manera bien determinada, pareciendo mejor este segundo método.

Por ejemplo: Se sabe que la corriente suministrada á un motor no es proporcional á los esfuerzos de tracción; pero que si se disminuye la corriente en un cierto valor constante, el resultado es sensiblemente igual al esfuerzo de tracción multiplicado por un cierto coeficiente. Es decir, la corriente total es igual á la tracción multiplicada por la constante  $A$ , más una corriente  $B$ , que puede llamarse «corriente muerta». De ordinario  $A$ , es menor que la unidad, de modo que puede ponerse

$$A = 1.000 A_1$$

Para comparar varios motores es preciso suponer que los diámetros de las ruedas son iguales, 80 centímetros, por ejemplo, y entonces puede decirse que  $A$  representa el número de miliamperios por kilogramo de tracción en las llantas de ruedas de 80 centímetros, despreciando la corriente muerta.

Estas constantes  $A$  y  $B$  han de servir de elementos de comparación. La primera,  $A$ , como se verá, determina de una manera general la velocidad del motor, es decir, que cuanto mayor sea  $A$ , mayor será también la velocidad. La  $B$ , aunque no representa exactamente las pérdidas, tiene una cierta relación con ellas; de modo que sólo tiene una importancia secundaria para el que desea un motor.

Así, pues, cada motor se representa por tres números. El motor Thomson G. E. 51. B. 6., que es de una potencia considerable, se designa por: 70 — 162 — 29. El número 70 representa el régimen bajo el cual el motor, después de una hora de





marcha, presenta con el medio ambiente un diferencia de temperatura de 75 grados, el 162 indica los miliamperes por kilogramo de tracción con ruedas de 80 centímetros, y el 29 mide la corriente muerta. Si se toma otro motor, el G. E. 62., menos fuerte que el anterior, se representará por 26-91-18, y se ve que este segundo motor soportará una carga bastante inferior, y que su velocidad relativa es casi mitad de la precedente. En efecto, la velocidad del primero para un esfuerzo de tracción de 400 kg. es de 38 km. por hora, y la del segundo de 21 en las mismas condiciones.

Estas constantes permiten establecer la curva de los esfuerzos de tracción y de las velocidades, teniendo así, de una manera muy exacta, las primeras bases indispensables. Sensiblemente esta curva es una línea recta, salvo en las inmediaciones del origen, en donde se inclina hacia el eje de las  $x$  para pasar por el origen; pero como esta parte de la curva no tiene interés, por regla general, se la puede considerar como una recta en sus aplicaciones. Esta línea se representa por la ecuación:

$$x = ny - m$$

ó lo que es lo mismo:

$$y = \frac{x}{n} + \frac{m}{n};$$

y se tendrá:  $y$  = corriente en amperios,  $x$  = esfuerzo de tracción en kilogramos sobre las ruedas,  $n$  = constante,  $m$  = constante pudiéndose escribir

$$\frac{1}{n} = A, = \frac{A}{1.000} \quad \gg \quad \frac{m}{n} = B$$

y la expresión se cambia en

$$y = A, x + B$$

Esto se aclara con un ejemplo: Tómese el motor americano G. E. 1200 que figura en la pág. 201 del Blondel, y aunque figura con ruedas de 84 centímetros, se puede transformar la curva para ruedas de 80 cm., y tendremos:

Corriente:

100 amp.; esfuerzo en kilogs. en ruedas de 0,84, 530;  
en ruedas de 0,80, 557;





200 amp.; esfuerzo en kilogs. en ruedas de 0,84, 1.300;  
 en ruedas de 0,80, 1.360;

estos dos puntos de la línea la determinan, en el supuesto de que es una recta, y sustituyendo estos valores en la ecuación

$$y = A_1 x + B$$

se tienen:

$$\left. \begin{aligned} 100 &= A_1 \times 557 + B \\ 200 &= A_1 \times 1.360 + B \end{aligned} \right\}$$

de donde se deducen los valores

$$A_1 = \frac{100}{803} = 0,125 \quad \gg \quad B = 30;$$

luego para el motor que se considera  $A$  y  $B$  son 125 y 30 respectivamente. La primera de estas cifras determina la velocidad de una manera general, y la segunda la corriente muerta.

Supóngase, por ejemplo, que este motor, G. E. 1.200, tira con un esfuerzo de 300 kgs. sobre ruedas de 0,80 m., y se tendrá, sustituyendo en la ecuación:

$$y = 0,125 x + 30;$$

que se convierte en

$$\text{amperios} = 0,125 \times 300 + 30 = 67,5;$$

es decir,

$$67,5 \text{ amperios á } 500 \text{ voltios} = 33,8 \text{ kilowatios.}$$

El rendimiento puede tomarse como de 80 por 100 (salvo para pequeñas cargas se puede tomar esta cifra, en general, sin gran error).

Como la velocidad  $V$  multiplicada por el esfuerzo 300 produce kgms., éstos, reducidos á kilowatios, deben representar la energía suministrada al motor multiplicada por el rendimiento; luego

$$V \times 300 \times \frac{736}{75 \times 3.600} = 0,80 \times 33,8;$$





de donde

$$V = 33,0 \text{ km. por hora.}$$

Para tener la velocidad, se tiene, por tanto, que emplear la siguiente fórmula:

$$V = \frac{y}{x} \times \frac{500 \times r \times 75 \times 3.600}{736 \times 1.000}$$

en la que representa:

$V$  = velocidad en km. por hora.

$y$  = corriente en amperios.

$x$  = esfuerzo en kg. en la llanta.

$r$  = rendimiento.

Si este rendimiento lo suponemos

$$r = 0,80,$$

se tiene

$$V = 146 \frac{y}{x};$$

y si ponemos el valor de  $y$ , será

$$V = 146 \left[ \frac{\frac{A x}{1.000} + B}{x} \right] = 146 \left[ \frac{A}{1.000} + \frac{B}{x} \right]$$

Si las ruedas tienen un diámetro  $d$  distinto de 800 mm. admitido la corriente es:

$$y = \frac{A x}{1.000} \times \frac{d}{800} + B$$

y la velocidad

$$V = 146 \left[ \frac{A}{1.000} \times \frac{d}{800} + \frac{B}{x} \right]$$

Esta fórmula demuestra que la constante  $A$  es el límite hacia el cual tiende la velocidad del motor cuando se le carga. En realidad la velocidad límite es cero, pero en la fórmula anterior





se ha supuesto constante el rendimiento, con objeto de simplificar, por lo que dicha fórmula sólo se aplica con cargas normales. Hallar una expresión que satisfaga en todas las condiciones de carga, parece ser prácticamente imposible.

En resumen: la constante  $A$  que representa en miliamperios la corriente relativa al esfuerzo horizontal en kg. en la llanta de las ruedas, tiene una cierta relación con la velocidad; cuanto mayor es  $A$ , mayor es también la velocidad del motor.

$B$  representa en amperios la corriente gastada en pérdidas, rozamientos, etc., y da una cierta idea de la calidad del motor con respecto al rendimiento. Debe, sin embargo, tomarse siempre en relación con la constante  $A$  y con el peso. Esta constante  $B$  en los motores modernos empleados en los tranvías, no se separa mucho del valor

$$\frac{1}{5.000} A \cdot p,$$

en que  $p$  representa el peso, á pesar de que para motores de mucho peso esta cifra sólo es aproximada.

Luego para un motor en que la temperatura se eleve 75 grados para una carga de  $C$  kilovatios, se tomarán como características las tres cantidades

$$C - A - B.$$

#### *Discusión.*

Casi se puede decir que no hubo discusión, desde el momento que no se presentan conclusiones en el dictamen, si bien hace notar la Presidencia que lo que en resumen se pide es que un motor quede definido dando tres cifras que correspondan á tres constantes características del mismo, pero que es preciso dejar á la experiencia tomar á su cargo este punto con objeto de averiguar si no hay algún otro elemento que convenga también tener presente. En su consecuencia, parece conveniente que los miembros del Congreso aporten datos de experiencias para la próxima asamblea y aceptar entonces una solución bien meditada.

Hospitalier, Ingeniero de Artes y Manufacturas, observa que





la potencia  $P$  de un motor es igual, en cualquier momento, al producto del par  $C$  por la velocidad angular  $\omega$ :

$$P = C \omega.$$

En el arranque el par es máximo y la velocidad angular nula, lo mismo que la potencia y lo mismo ocurre á ésta cuando con una cierta velocidad angular se anula el par, lo que indica que dicha potencia ha pasado por un máximo, y este máximo constituye la *potencia normal* del motor, el cual se podrá definir si se dan: el par máximo en el arranque, la velocidad angular correspondiente á la máxima potencia, el par correspondiente á esta potencia y la velocidad angular para lo cual el par motor se anula. Estos cuatro elementos son los *factores característicos* que deben servir de base para una designación racional de los motores de tranvías, suponiendo que las potencias se dan, como es natural, en kilowatios y no en caballos.

Grialou, Director de la Compañía de Omnibus y Tranvías de Lyon, contesta á una proposición presentada por M. d'Hoop para que se invite á los constructores á que den su opinión, y dice que, en el caso de pedir parecer á los constructores de motores, se les debe señalar el arranque como muy importante, puesto que en la mayor parte de los casos en que los motores han funcionado mal ha sido debido á que se sucedían con demasiada frecuencia los arranques en líneas muy accidentadas. Cuando se trata de un motor, ya sea de potencia ó de velocidad constante, no debe estudiarse en su funcionamiento normal y regular, sino que es preciso notar y examinar las condiciones especiales que reúne para el arranque, bien sea á causa de una falsa maniobra del conductor del coche, bien sea por tener necesidad de acelerar rápidamente la marcha. Puede decirse que los motores de tranvías se hallan todos en este caso, porque están sometidos á una corriente de una intensidad excesiva en el arranque, que es el momento en que no existe fuerza contra-electromotriz, de lo que resulta que dejando á un lado la selfinducción que presenta el circuito, pueden obtenerse corrientes excesivas que no se esperaban. Los constructores deben saber especialmente si el motor deseado ha de estar sometido al régimen de aceleraciones rápidas frecuentes.





En Lyon las distancias entre dos detenciones consecutivas es de 100 á 150 metros, de lo que resulta que en líneas de 5 ó 6 kilómetros se tienen arranques constantemente, y como, por otra parte, la generalidad de las Compañías se sirven de los frenos eléctricos, resulta que los motores se hallan siempre sometidos á un régimen que está muy lejos de ser un régimen de estabilidad.









## T E M A 11.

**Frenos.**

**Tema:** Déense á conocer los nuevos datos que haya habido ocasión de recoger sobre los sistemas de frenos aplicables en las explotaciones de tranvías con tracción mecánica.

**Ponente.**—Monmerqué, Ingeniero de Puentes y Calzadas, Jefe de los servicios técnicos de la Compañía general de Omnibus de París.

## INFORME

El tema se ha dividido por el ponente en dos partes: 1.º contestación directa al tema propuesto por el Congreso; 2.º contestación á las observaciones hechas por varios miembros del Congreso con motivo de un cierto número de accidentes ocurridos en París en época reciente.

En la sesión de Ginebra, en 1898, se dió á conocer el informe completo é interesante de M. Froom sobre este tema, que se redactó como sigue: «Qué freno recomienda usted para los diversos sistemas de explotación, caballos, electricidad, aire comprimido, etc?», y á esto se contestó: «El freno ordinario de mano, de cadena y manivela debe considerarse como suficiente para la tracción animal. Para la tracción eléctrica se recomienda el empleo simultáneo de dos frenos: uno de mano (manivela, palanca ó contrapeso con cadena ó tornillo) y otro mecánico (eléctrico, magnético ó aire comprimido). La sencillez y buen funcionamiento del freno eléctrico le dan la preferencia en la mayor parte de los casos, recomendándole como freno de servicio. Para las líneas de perfil muy accidentado (con rampas del 10 por 100) puede recomendarse excepcionalmente un tercer sistema de frenos (de carril, de patín, de caída rápida, de pinzas) sin que se pueda, hasta el presente, por falta de experimentos decisivos, declararse partidario de un sistema con preferencia á otro. Para la tracción eléctrica con coches remolcados, puede recomendarse de una manera general, en líneas de perfil accidentado, el empleo de frenos continuos. Para la tracción por vapor,





cuando el número de carruajes y la velocidad aumentan y se deben vencer largas rampas, con bruscas variaciones de perfil, puede desearse en ciertos casos, la aplicación de frenos continuos automáticos para los trenes de viajeros. El empleo de dos sistemas de frenos, independientes entre sí, se justifica igualmente en este caso. En las líneas de perfil, marcadamente accidentado, puede emplearse útilmente un tercer freno, y, entre ellos, el freno Riggenbach ha dado en muchos casos buenos resultados. Para los carruajes de aire comprimido ó de gas los frenos ordinarios de cadena ó de tornillo son suficientes generalmente; sin embargo, se han empleado, con éxito, frenos de aire ó gas comprimido.»

Al tema, tal como se ha redactado para esta asamblea, han contestado cuatro Sociedades: la de Hannover dice que empieza á hacer uso del freno de aire sistema Carpenter; la de Leipzig emplea un freno de aire sin detalle nuevo ninguno; la de Stettin se halla satisfecha con el empleo del freno de mano y el eléctrico, y la de Munich el de aire como permanente y el ordinario de cadena como reserva. Ninguna de estas Compañías ha dicho nada nuevo. En vista de esto, y no debiendo el ponente presentar un trabajo basado en juicios personales, tanto más cuanto que en París acaba de darse un nuevo reglamento y debe esperarse á conocer sus resultados, se propone la adopción de las conclusiones siguientes:

«Considerando por una parte que los datos comunicados no contienen nada nuevo, y por otra que la cuestión de los frenos, á causa del desarrollo de la tracción mecánica, ofrece una importancia cada vez mayor, bajo el punto de vista de la seguridad de la circulación, el Congreso estima sostener el tema de los frenos en la orden del día de la próxima reunión, comprendiendo, tanto la parte de prescripciones administrativas, como el estudio de las disposiciones técnicas.»

Terminado lo referente al tema propuesto, el ponente pasa á dar explicaciones sobre lo que ocurre en París. La Administración pública en toda Francia y principalmente en París, se ha ocupado siempre de los frenos en relación con la circulación general, datando los reglamentos del año 1881, y en ellos se establecía la regla de los tres 20, es decir: «Las máquinas llevarán frenos bastante potentes para que lanzados por una pen-





diente de 20 milésimas, á la velocidad de 20 kilómetros, puedan detenerse en un espacio de 20 metros, sin acudir á los frenos de los coches remolcados.»

Esta prescripción supone un valor constante para el coeficiente de adherencia sobre el carril, sin tener en cuenta las condiciones climatológicas (0,14); pero como esto no ocurre, y lo que es más grave, este valor de 0,14 raras veces se alcanza en las poblaciones, ha dado lugar á críticas muy merecidas. En su consecuencia, se ha modificado este artículo como sigue:

«Las máquinas tenders y tenders, deben estar provistos de frenos á mano. Los medios de enfrenado de máquinas y tenders deben ser bastante potentes para que, lanzados á una velocidad de 20 kilómetros por hora, sobre carriles secos, limpios y vía en horizontal, puedan ser detenidos en un espacio de 20 metros como máximo, á partir del momento en que se ordene la detención.» Otro artículo: «Cada carruaje sin excepción, estará provisto de frenos. Estos deben ser bastante potentes para que, uniendo su acción á los medios de enfrenado de la máquina, los trenes lanzados á la velocidad de 20 kilómetros por hora sobre carriles secos, limpios y en vía horizontal puedan ser detenidos en un espacio de 20 metros como máximo, á partir del momento en que se ordene la detención. El prefecto, según aviso de los servicios de inspección, y oyendo al concesionario, puede prescribir el empleo de los frenos continuos y automáticos.»

Estas disposiciones del Ministerio de Obras públicas parece que debían haber satisfecho á todos, pero no ha ocurrido así en París, lo que ha dado lugar á una disposición municipal de 10 de Julio de 1900, en la que se sustituye la condición de vía horizontal por una pendiente de 20 milésimas, quedando lo mismo las demás, y por otra parte se exige también que todo vehículo en servicio de tranvía de tracción mecánica estará provisto de dos frenos independientes entre si que actúen sobre todos los ejes del vehículo.

Para realizar las condiciones de seguridad de los frenos la Compañía general de Omnibus había tomado precauciones por su propia iniciativa, estableciendo cinco medios de enfrenar á disposición de los dos agentes del coche. Estos son: (a) un freno de aire comprimido bajo dos formas: directa y automática, que puede maniobrarse por el cochero (en sus dos formas) y por





el cobrador (automática). (b) Freno de mano manejable por los dos agentes. (c) Freno con contraenergía para ser utilizado por el cochero. A pesar de esto ocurren accidentes, porque no basta disponer de buenos elementos; es necesario aprovecharse de ellos utilizándolos cuando es preciso.

Von Leber, del Ministerio de ferrocarriles de Austria, pone en parangón con lo que ocurre en París lo que sucede en Austria, en donde á pesar de tener pendientes importantes (11 por 100), jamás se ha hecho uso de cinco frenos en un carruaje. Por el contrario, se cree que cuantos menos frenos se pongan á la mano del cochero ó mecánico, y más sencilla sea su maniobra, más segura y rápidamente ejecutará la operación de accionar los frenos. En Austria se hace todo el servicio eléctrico con una sola manivela, que, empujada en un sentido, hace marchar el coche y en el opuesto lo detiene.

Los frenos de mano que se usan en Austria son de cadena y de tornillo, respondiendo mejor el primero á las necesidades que ha de llenar, pues aunque menos enérgico es, en cambio, más rápido y necesita menor esfuerzo. Los de cadena están provistos de dos de ellas, preveyendo una rotura.

Entre el freno eléctrico y el neumático es preferible el primero. El que se usa en Austria es en corto circuito, pues el de contracorriente se ha abandonado completamente por los peligros que tiene. Con la tracción eléctrica la marcha se produce con una diferencia de tensiones que es igual á la de la estación central, menos la contratensión del motor mismo, y resulta que como esta contratensión es proporcional á la velocidad, un coche eléctrico no podía marchar sino hasta una velocidad determinada correspondiente á aquélla, para lo cual la contratensión se haya igualado con la tensión de la central. Esto sentado, si se da la contracorriente, ó se invierte la corriente, esta diferencia de tensiones se convierte en una suma y resulta un choque eléctrico terrible. Por esto se ha prohibido siempre que se use la contracorriente, á no ser en caso extremo. Ha sido el orador el primero que en Viena, en 1895, ha aplicado el enfrenado en corto circuito.

Aunque se diga que se fatigan los motores con la tracción y con el enfrenado, esto no es exacto siempre que se provea á los reostatos de un número suficiente de pantallas. En la línea





de Pöstlingberg á Linz, se han empleado seis pantallas, y á pesar de bajar con el freno eléctrico una pendiente del 11 por 100 en kilómetro y medio, no se calientan los motores, concentrándose el calor en el reostato.

En resumen: el conductor sólo debe poder maniobrar dos manivelas como máximo, quedando como reserva el freno de mano.

Fromm, Director de la Suddentche Waggonfabrick, de Kels-terbach, recuerda que fué ponente de este mismo tema en el Congreso de Ginebra, y desde entonces no se ha cesado en Alemania de estudiar este asunto, tanto más cuanto que ahora tiene mayor importancia por el desarrollo que han tomado los tranvías eléctricos.

La «Unión de las administraciones de los Tranvías alemanes» ha puesto este tema sobre el tapete, encargando un informe al orador en unión del Director de los Tranvías de Hamburgo, y habiendo recogido datos de 63 Empresas, los resultados obtenidos tienen gran valor.

Deben separarse los datos de las Sociedades según que empleen el freno eléctrico en corto circuito, el freno magnético, el de aire comprimido y los de otros sistemas.

La «Sociedad de los Tranvías de Hamburgo», especialmente, se ha distinguido, porque después de una serie de experimentos ha llegado á resultados dignos de tomarse en cuenta, porque todos los datos que se consignan son el promedio de tres ensayos exactamente iguales, aunque debe advertirse que no son resultados prácticos, porque todo se ha estudiado poniéndose en el caso más favorable (personal cuidadosamente escogido, perfecta conservación de las vías y de los frenos).

El freno más general es el eléctrico en corto circuito, usado por 35 Empresas; el electromagnético lo emplean 18 (algunas juntamente con el en corto circuito); en la mayor parte de las líneas se prescribe además el freno de mano; seis Sociedades tienen el de aire comprimido.

También se han empleado otros sistemas de frenos, como el de patin, y el electromagnético de Schiemann, que ha dado excelentes resultados en Hamburgo.

Entre los tranvías alemanes, los de Hamburgo son los que han obtenido mejores resultados en lo que se refiere á la distancia á que pueden pararse los coches, y son los siguientes:





1.º Coche de dos ejes con un solo motor con frenos electromagnéticos sistema *Unión* en dicho eje, y otro coche remolcado y con frenos del mismo tipo *Unión*.

Con carriles secos se ha parado á una distancia de 9,95 á 12,10 metros.

Con carriles enarenados, de 9,61 á 11,70 metros.

Con carriles húmedos, de 18,90 á 25,80 metros.

2.º Coche de dos ejes motores y otros dos remolcados; los frenos del primero de cortocircuito, los de uno de los remolcados frenos *Unión*, y los del otro frenos electromagnéticos Schuckert.

Con carriles secos, de 8,45 á 14,10 metros.

Con carriles enarenados, de 5,62 á 12,10 metros.

Con carriles húmedos, de 21,00 á 32,08 metros.

3.º Coche de cuatro ejes, dos de ellos motores, y dos remolcados, el primero con frenos de patín Schiemann, uno de los remolcados frenos *Unión* y el otro frenos Schuckert.

Con carriles secos, de 6,78 á 9,85 metros.

Con carriles enarenados, de 4,60 á 6,16 metros.

Con carriles húmedos, de 14,20 á 20,60 metros.

La velocidad de marcha en todos los ensayos era de 22 kilómetros por hora, en vía recta y horizontal, bien conservada, sin recurrir al freno de mano y sin emplear la corriente de la línea aérea. Los motores eran G. E. 80, de la *Unión Elektrizitäts-Gesellschaft* de Berlín. Para obtener carriles secos se barría la vía antes del ensayo: el enarenado era á mano y con arena seca; para tener carriles húmedos se regaba la vía.

Según estos ensayos se dedujo en el informe citado como consecuencias generales:

1.º Los frenos eléctricos en corto circuito han dado siempre buenos resultados, notándose, sin embargo, defectos en los aparatos que en la explotación se usaban como frenos de servicio.

2.º Los frenos electromagnéticos han dado buenos resultados y se recomiendan sobre todo en explotaciones en que circulan coches pesados, ó en los de perfil muy variado.

3.º Los frenos de aire comprimido han dado buenos resultados, y sería conveniente que se recogiese mayor número de datos para comprobar si los inconvenientes encontrados en algunos casos pueden evitarse ó son inherentes al sistema.





4.º Sobre los demás frenos no se poseen suficientes datos para pronunciarse sobre la conveniencia de una aplicación general de estos sistemas.

Koehler, de la Dirección de la Gran Sociedad de Tranvías de Berlín, señala la importancia que los frenos tienen, no solamente en lo que concierne al servicio interior de los tranvías, sino por lo que interesan á la seguridad del público. La Empresa á que pertenece el orador ha gastado sumas considerables ensayando un gran número de sistemas de frenos que no han dado buenos resultados. En el día se emplean los frenos electromagnéticos, sistema Sperry, que no satisfacen completamente á las exigencias del servicio, y por lo tanto, va á ensayarse otro sistema de aire. Es un problema todavía no resuelto, cuando se trata de un tráfico intenso y á gran velocidad en una gran población, por lo que se une al deseo del ponente de que este asunto quede para la próxima asamblea.

Los frenos deben ser de maniobra lo más sencilla posible, puesto que en el momento de peligro el conductor no tiene tiempo de reflexionar con calma. Por esta razón debe considerarse que en Viena se acercan mucho á la verdadera solución desde el momento que basta una sola manivela para enfrenar eficazmente el carruaje.

Röhl, Director general de los Tranvías de Hamburgo, da á conocer datos referentes al freno de patín Shiemann, accionado magnéticamente y que se apoya en los carriles colocándose delante de las ruedas. Su acción es tan rápida, que en el primer ensayo los que iban en el coche fueron lanzados hacia adelante, rompiendo los cristales de las ventanillas y no pudiendo continuar el experimento. Por esta causa se ha hecho su funcionamiento algo más lento, para evitar la brusca detención del carruaje, comenzando nuevos ensayos.





El presente documento es el resultado de un trabajo de investigación realizado en el marco del proyecto de investigación sobre el desarrollo de la cultura popular en Bogotá, financiado por el Fondo de Desarrollo Cultural de la Alcaldía Mayor de Bogotá.

El objetivo principal de esta investigación es analizar el papel de la cultura popular en el desarrollo urbano de Bogotá, considerando los aspectos históricos, sociales y económicos. Para ello, se han realizado entrevistas a expertos en el tema, se han consultado documentos históricos y se han observado espacios culturales en la ciudad.

Los resultados de la investigación indican que la cultura popular ha sido un factor importante en la configuración del espacio urbano de Bogotá, especialmente en los barrios populares. La cultura popular ha contribuido a la creación de una identidad colectiva y ha servido como un medio de expresión de las necesidades y aspiraciones de la población.

En consecuencia, se recomienda que las autoridades locales continúen apoyando y fomentando la cultura popular, ya que esta es una herramienta fundamental para el desarrollo integral de la ciudad y sus habitantes.





# ÍNDICE

	<u>Páginas.</u>
A mis compañeros.....	263
TEMA 1.º	
Tarifas.....	267
TEMA 2.º	
Tracción eléctrica.....	273
TEMA 3.º	
Ancho de la vía.....	281
TEMA 4.º	
Estaciones centrales.....	289
TEMA 5.º	
Sistemas de distribución de la energía eléctrica.....	297
TEMA 6.º	
Junta Falk.....	307
TEMA 7.º	
Acumuladores.....	313
TEMA 8.º	
Calefacción.....	329
TEMA 9.º	
Sistemas administrativos de explotación.....	335
TEMA 10.	
Bases para la designación de la fuerza de los motores.....	341
TEMA 11.	
Frenos.....	351























FUNDACIÓN  
JUAN PABLO II  
TURKISH